

## (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.  
H01J 9/02(11) 공개번호 특1998-080529  
(43) 공개일자 1998년11월25일

|             |  |
|-------------|--|
| (21) 출원번호   | 특1998-009861   |
| (22) 출원일자   | 1998년03월21일  |
| (30) 우선권 주장 | 1997-085546 1997년03월21일 일본(JP)<br>98-090621 1998년03월20일 일본(JP)   |
| (71) 출원인    | 캐논가부시끼가이샤 미따라이후지오<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고  |
| (72) 발명자    | 미야모토마사히코<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내<br>하세가와미쯔도시<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내<br>산도가즈히로<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내<br>시게오카가즈야<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내<br>야마노베마사토<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내<br>데시마다카유키<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내<br>요시오카도시후미<br>일본 도쿄도 오오따구 시모마루교 3쵸메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤내 |
| (74) 대리인    | 구영창, 장수길, 주성민  |

심사청구 : 있음

## (54) 인쇄 기관, 전자 방출 소자, 전자 소스 및 화상 형성 장치의 제조 방법

## 요약

인쇄 기관을 제조하는 공정에 제공되는데, 이 공정은 기관에 형성될 소망하는 컴포넌트의 재료를 함유하는 액체 방울을 기관 표면에 공급하는 단계를 포함하며, 이 공정은 또한 상기 액체 방울을 기관 표면에 공급하는 단계 전에 기관 표면과 액체 방울간의 접촉 각도가 20° 내지 50° 범위 내가 되도록 기관을 표면 처리하는 단계를 포함한다.

## 도표

## 도1

## 영세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일례에 따른 전도성 박막을 형성하는 공정을 도시하는 개략 사시도.

도 2는 본 발명의 일례에서 사용되는 잉크의 표면 장력을 그래프로 도시하는 도면.

도 3은 본 발명의 일례에서 사용되는 잉크의 접촉 각도를 그래프로 도시하는 도면.

도 4a 및 도 4b는 본 발명이 적용된 표면 전도형 전자 방출 소자의 구성을 각각 도시하는 개략 평면도 및 단면도.

도 5는 본 발명에서 사용되는 예시적인 잉크-젯 시스템의 구성을 도시하는 도면.

도 6은 본 발명에서 사용되는 다른 예시적인 잉크-젯 시스템의 구성을 도시하는 도면.

도 7a 및 도 7b는 본 발명에 따른 표면 전도형 전자 방출 소자의 제조에 이용될 수 있는 통전화 포팅 처

리에서의 전압의 파형 예들을 개략적으로 도시하는 도면.

도 8은 본 발명이 적용된 매트릭스 배열의 전자 소스 기판을 개략적으로 도시하는 도면.

도 9는 본 발명이 적용된 화상 형성 장치의 매트릭스 배선형 디스플레이 패널을 개략적으로 도시하는 도면.

도 10a 및 도 10b는 화상 형성 장치에 사용되는 인광 막의 일례를 개략적으로 도시하는 도면.

도 11은 본 발명의 공정에 의해 제조된 화상 형성 장치에서 NTSC 시스템의 텔레비전 신호에 기초한 텔레비전 디스플레이용 구동 회로의 일례를 도시하는 블록도.

도 12는 본 발명이 적용된 사다리형 배선에 의한 전자 소스 기판을 개략적으로 도시하는 도면.

도 13a, 도 13b, 도 13c 및 도 13d는 본 발명에 따른 제조 공정을 도시하는 도면.

도 14, 도 15a, 도 15b, 도 17, 도 18, 도 19 및 도 20은 각각 본 발명에 따른 제조 공정들에서의 소수성-부여 처리(hydrophobicity-imparting treatment)들을 도시하는 도면.

도 16은 전자 방출 소자의 전자 방출 특성을 평가하기 위한 장치를 도시하는 도면.

도 21a 및 도 21b는 각각 본 발명이 적용된 다른 표면 전도형 전자 방출 소자의 구성을 도시하는 개략적인 평면도 및 단면도.

도 22a 및 도 22b는 본 발명이 적용된 전자 소스의 구성을 개략적으로 도시하는 도면.

도 23은 종래의 전자 방출 소자를 도시하는 도면.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 기판
- 2, 3 : 소자 전극
- 4 : 전도성 박막
- 5 : 전자 방출부
- 10 : 잉크-젯 헤드
- 12 : 액체 방울

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전기 및 전자 디바이스들, 특히 화상 형성 장치용 전기 및 전자 디바이스들의 컴포넌트 등이 패턴닝된 인쇄 기판을 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그러한 방법을 이용하여 전자 방출 소자들, 전자 소스들 및 화상 형성 장치를 제조하는 방법에 관한 것이다.

전자 방출 소자(electron emitting element)는 이제까지 대체로 두 개로 분류된 유형들, 즉 열전자 방출 소자(thermoelectron emitting element)와 콜드 캐소드 전자 방출 소자(cold cathode electron emitting element)로 공지되어 왔다. 콜드 캐소드 전자 방출 소자는 예를 들면, 이하 FE형으로 불리는 필드 방출형과, 이하 MIM형으로 불리는 금속/절연막/금속형과, 표면 전도형과 같은 유형들에 이른다.

FE형 전자 방출 소자의 예들로서는, W. P. Dyke & W. W. Doran의 Field Emission; Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956) 또는 G. A. Spindt의 Physical Properties of Thin-film Field Emission Cathodes with Molybdenum Cones, J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976)에 개시된 소자들이 공지되어 있다.

MIM형 전자 방출 소자의 일례로서는, C. A. Mead의 Operation of Tunnel-Emission Devices, J. Appl. Phys., 32, 646 (1961)에 개시된 소자가 공지되어 있다.

표면 전도형 전자 방출 소자의 일례로서는, M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290 (1965)에 개시된 소자가 공지되어 있다.

표면 전도형 전자 방출 소자는 기판 상에 형성된 작은 영역의 박막 표면과 평행한 전자 전류의 흐름이 전자 방출을 초래하는 현상을 사용한다. 표면 전도형 전자 방출 소자들은 상술한 Elinson에 의해 제안된  $\text{SnO}_2$ 로 된 박막을 사용한 소자 외에 또 G. Dittmer, Thin Solid Films, 9, 317 (1972)에 보고된 Au로 된 박막을 사용한 소자와, M. Hartwell and C. B. Fonstad, IEEE Trans. ED Conf., 519 (1975)에 보고된  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$ 로 된 박막을 사용한 소자와, Hisashi Araki et al., Vacuum, Vol. 26, No. 1, 페이지 22 (1983)에 보고된 탄소로 된 박막을 사용한 소자를 포함한다.

표면 전도형 전자 방출 소자의 전형적인 예로서, 위에서 언급한 M. Hartwell et al.에 의해 제안된 소자의 구조가 도 23에 모델 형태로 도시되어 있다. 도면에서, (1)은 기판을 나타내고 (4)는 스퍼터링에 의해 문자 H와 같은 모양의 패턴에 금속 산화물로 형성된 전도성 박막이고 기타 등등이고 이하 구체적으로 설명될 활성화 포밍(energization forming)으로 불리는 대전 처리(electrification treatment)에 의해 전자 방출부(5)와 결합되도록 만들어진다. 도면에 나타난 바와 같이, 소자 전극들(2와 3) 사이의 간극 L은 0.5 내지 1 mm 범위의 길이로 지정되고 이 박막의 폭 W는 0.1mm로 지정된다.

이 부류의 표면 전도형 전자 방출 소자에서는, 전도성 박막(4)이 전자 방출 전에 통전화 포밍이라 불리는 대전 처리를 받도록 하여 그것에 의해 전자 방출부(5)를 형성하는 관례가 유행되어 왔다. 구체적으로 말하면, 통전화 포밍은 이것은 DC 전압 또는 매우 서서히 상승하는 전압을 상승한 전도성 박막(4)의 마주하는 단자들에 인가하여 그것에 의해 이 박막이 국부적인 분열(local fracture), 변형(deformation), 또는 축퇴(degeneration)를 겪도록 하여, 그 결과, 전기적으로 높은 저항 상태에서 전자 방출부(5)가 형성되도록 한다. 이 처리는, 예를 들면, 열극(fisure)을 전도성 박막(4)에 국부적으로 가하여 이 박막이 열극의 근처로부터 전자들을 방출하도록 해준다. 상승한 통전화 포밍 처리를 받은 표면 전도형 전자 방출 소자는 전도성 박막(4)으로의 전압의 인가에 응답하여 전자 방출부(5)로부터 전자 방출될 수 있고 그 결과로 이 소자를 통한 전기 전류 흐름이 유도될 수 있다.

상술한 품질의 표면 전도형 전자 방출 소자는 구성의 간단함을 갖고 있고, 그 제조에 있어 반도체 제작의 종래 기술을 사용할 수 있게 허용하고, 따라서,

상술한 표면 도전형 전자 방출 소자를 이용한 충전된 빔 소스와 디스플레이 디바이스와 같은 응용 연구들이 수행되어 왔다.

표면 전도형 전자 방출 소자들이 배열된 예로서, 표면 전도형 전자 방출 소자들이 후술된 바와 같이 사다리형 배열로 물리적으로 배열되고 각각의 단위에서 배선(공통 배선이라고 부르기도 함)에 의해 접속되고, 그렇게 배열된 다수 열의 소자들이 병렬 라인으로 배열된 전자 소스를 들 수 있다(예를 들면, 일본 특허 출원 공개번호 64-031332호, 일본 특허 출원 공개번호 1-283749호, 일본 특허 출원 공개번호 2-257552호 등). 근년에는, 특히 디스플레이 디바이스와 같은 화상 형성 장치의 분야에서 CRT 대신에 액정을 이용한 플랫형 디스플레이 디바이스들이 보급되기에 이르렀다. 그러나, 그것들은 자기 발광형이 아니기 때문에 백 라이트가 구비되어야 한다는 하는 문제를 야기하였다. 자기 발광형 디스플레이 디바이스의 개발에 대한 수요가 있어 왔다. 자기 발광형 디스플레이 디바이스의 예에는, 다수의 표면 전도형 전자 방출 소자들이 배열된 상술한 전자 소스 및 이 전자 소스로부터 방출된 전자들에 의하여 가시광을 방출하는 인광 물질층을 조합하여 이루어진 디스플레이 디바이스인 화상 형성 장치가 포함된다.

상기 종래 기술 문헌들에 따른 표면 전도형 전자 방출 소자의 전도성 박막의 제조 공정에서는, 전도성 박막이 형성된 후에 반도체 공정에서의 포토리소그래픽 에칭에 의하여 패터닝된다. 따라서, 넓은 면적 위에 소자들을 형성하는 데는 대규모 포토리소그래픽 에칭 장비가 필수적이다. 따라서, 그런 공정은 공정수가 증가되고, 제조 비용이 고가인 단점들을 야기하였다.

따라서, 표면 전도형 전자 방출 소자의 제조 공정에 있어서 넓은 면적에 유리한 제조 공정으로서, 전기 전도형 박막을 소망하는 형태로 패터닝하는 공정에서 포토리소그래픽 에칭을 이용하지 않고서 전기 전도형 박막을 소망하는 형태로 형성하기 위하여 잉크-젯 시스템에 의해 기판 상에 유기 금속-함유 수용액의 방울들을 공급하는 것이 일본 특허 출원 공개번호 8-171850호에 제안되어 있다. 이 공보에는, 유기 금속-함유 수용액을 공급하는 공정 전에 방수 물질을 함유하는 액체로 기판을 도포하는 것도 제안되어 있다.

인쇄 또는 잉크-젯 방법에 의하여 액정 디스플레이 디바이스에 사용되는 컬러 필터를 제조하는 것도 행해졌다. 잉크-젯 방법을 이용할 경우, 인쇄 방법과 비교하여 화소들의 패터닝이 보다 고 선명도로 수행될 수 있는 가능성이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 고 선명도 패터닝이 기판 상에 수행될 수 있도록 하는, 인쇄 기판의 제조 방법을 제공하려는 것이다.

본 발명의 다른 목적은, 양호한 전자 방출 특성을 갖는 전자 방출 소자를 제조하는 방법을 제공하려는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 복수의 전자 방출 소자들을 갖고 전자 방출 소자들 간의 전자 방출 특성의 균등성이 향상된 전자 소스를 제조하는 방법을 제공하려는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 고화질 화상을 형성할 수 있는 화상 형성 장치를 제조하는 방법을 제공하려는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 수율이 향상될 수 있도록 하는, 전자 소스 및 화상 형성 장치의 제조 방법을 제공하려는 것이다.

상기 목적들은 후술되는 본 발명에 의해 달성될 수 있다.

따라서, 본 발명에 따르면, 기판 상에 형성될 소망하는 컴포넌트용 재료를 함유하는 액체의 방울들을 기판의 표면에 공급하여 기판 상에 그 컴포넌트를 형성하는 단계를 포함하는 인쇄 기판을 제조하는 방법이 제공되는데, 이 방법은, 기판 표면에 상기 액체 방울들을 공급하는 단계 전에, 기판의 표면과 공급되는 액체 방울의 접촉 각도가  $20^\circ$  내지  $50^\circ$ 의 범위 내에 속하도록 기판에 대해 표면 처리를 하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 전극들 사이에 전자 방출부를 갖는 전도성 박막을 포함하는 전자 방출 소자를 제조하는 방법이 또한 제공되는데, 전자 방출부가 형성되는 전도성 박막을 형성하는 단계는, 한 쌍의 전극들이 배열된 기판에 전도성 박막용의 재료를 포함하는 액체의 방울들을 그 전극들 위에 퍼지도록 공급하는 단계를 포함하고, 그 액체 방울들을 공급하는 단계 전에, 기판의 표면과 그 액체 방울의 접촉 각도가  $20^\circ$  내지  $50^\circ$ 의 범위 내에 속하도록 기판에 대해 표면 처리를 하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 전극들 사이에 전자 방출부를 갖는 전도성 박막을 각각 포함하는 복수의 전자 방출 소자들이 기판 상에 배열된 전자 소스를 제조하는 방법이 또한 제공되는데, 전자 방출 소자들 각각은 상술한 방법에 의해 제조된다.

본 발명에 따르면, 전극들 사이에 전자 방출부를 갖는 전도성 박막을 각각 포함하는 복수의 전자 방출 소자들이 기판 상에 배열된 전자 소스, 및 그 전자 소스로부터 전자들의 방출에 의하여 화상을 형성할 수 있는 화상 형성 부재를 포함하는 화상 형성 장치를 제조하는 방법이 또한 제공되는데, 전자 방출 소자들 각각은 상술한 방법에 의해 제조된다.

#### 본 발명의 구성 및 작용

본 발명은 기판 상에 전기 또는 전자 디바이스들의 컴포넌트들을 패터닝할 때 보다 고 선명도의 패터닝을 가능케 한다. 본 발명에서 사용되는 인쇄 기판(printed substrate)이란 용어는 전기 또는 전자 디바이스들의 컴포넌트들이 패터닝된 기판을 의미하며, 예를 들면, 액정 디스플레이의 컬러 필터 기판, 액정 디스플레이, 플라스마 디스플레이 및 전자 빔 디스플레이와 같은 각종 디스플레이용 구동 전극들이 패터닝된 기판, 및 전자 소스의 컴포넌트들이 패터닝된 기판을 포함한다.

본 발명은, 액체 방출들을 공급함으로써 기판의 표면상에 소망하는 컴포넌트를 형성할 때, 소망하는 컴포넌트를 형성하기 위해 기판 표면에 액체 방출들을 공급하기 전에 기판의 표면 에너지를 소망하는 값으로 조정하는 단계를 포함한다. 본 발명에서는, 액체 방출들을 공급하기 전에, 바람직하게는 기판의 표면과 공급되는 액체 방출의 접촉 각도가 20° 내지 50° 의 범위 내에 속하도록 기판의 표면 에너지를 조정한다. 본 발명은 또한, 액체 방출들을 공급함으로써, 기판과는 재료가 상이한 다른 컴포넌트가 제공된 기판의 표면상에 소망하는 컴포넌트를 형성할 때, 소망하는 컴포넌트를 형성하기 위해 기판 표면에 액체 방출들을 공급하기 전에 기판 상에 제공된 컴포넌트와 기판 양자 모두의 표면 에너지를 소망하는 값들로 조정하는 단계를 포함한다. 이 경우, 액체 방출들을 공급하기 전에, 바람직하게는 기판 상에 제공된 컴포넌트와 기판 양자 모두의 표면과 공급되는 액체 방출의 접촉 각도가 20° 내지 50° 의 범위 내에 속하도록 기판 상에 제공된 컴포넌트와 기판의 표면 에너지를 조정한다.

이하, 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명한다.

본 발명의 바람직한 실시예들을 아래에 설명한다.

우선, 본 발명이 적용될 수 있는 표면 전도형 전자 방출 소자를 설명한다. 도 4A와 4B는 본 발명이 응용할 수 있는 표면-전도형 전자-방출 소자의 구성을 나타낸 개략적인 평면도와 개략적인 단면도이다. 도 4A와 도 4B에서, 이 소자는 기판(1), 소자 전극들(2와 3), 전도성 박막(4), 그리고 전자 방출부(5)를 포함한다.

기판(1)은 석영 유리(quartz glass), Na와 같은 불순물 함유를 적게 포함하는 저-불순물 유리, 소다 석회 유리(soda lime glass), 기판 상에 피착된 SiO<sub>2</sub>를 갖는 글래스 베이스 플레이트(glass base plate), 알루미늄 플레이트와 같은 세라믹 베이스 플레이트, 등과 같은 것으로 만들어질 수 있다.

서로 마주하는 대응 전극들(2와 3)을 위한 재료는 Ni, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, Al, Cu, 그리고 Pd와 같은 금속들과, 그들의 합금; 금속이나, Pd, As, Ag, Au, RuO<sub>2</sub>와 같은 금속 산화물, Pd-Ag와, 유리와 같은 프린트된 도체들; InO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub>와 같은 투명한 도체들과 폴리실리콘과 같은 반도체 재료들을 포함하는 다양한 전도성 재료들로부터 적당하게 선택될 수 있다.

소자 전극들 사이의 간극 L, 소자 전극들의 길이 W, 전도성 박막(4), 등등은 실제적인 사용에 적합하도록 디자인된다. 소자 전극 간극 L은 바람직하게는 수천 Å로부터 수백 μm까지의 범위이고, 보다 바람직하게는 소자 전극들 사이에 인가된 전압을 고려하여 1 μm로부터 100 μm까지의 범위이다.

소자 전극들의 길이 W는 전극들의 저항과 전자-방출 특징들을 고려하여 수 μm로부터 수백 μm까지의 범위이다. 소자 전극들(2와 3)의 두께 d는 100 Å로부터 1 μm까지의 범위이다.

전기 전도성 박막(4)은 원하는 전자-방출 특징을 얻기 위해 미립자들을 포함하는 미립자 막(fine particle film)으로부터 바람직하게 만들어질 수 있다. 이 막의 두께는 소자 전극들(2와 3)의 스텝 커버리지와, 소자 전극들(2와 3) 사이의 저항과, 나중에 언급될 통전화 포밍 등등을 고려하여 디자인된다. 그 두께는 바람직하게는 수 Å로부터 수천 Å까지이고, 더 바람직하게는 10 Å로부터 500 Å까지의 범위이다. 저항은 Rs에 대해 10<sup>7</sup> Ω/square로부터 10<sup>10</sup> Ω/square까지의 범위이다. 여기서 Rs값은 R의 함수이다: R = Rs(1/W), 여기서 R은 그 두께가 t이고, 폭이 W이고, 길이가 l이고, 박막 재료의 저항률 ρ에서, Rs = ρ/t이다. 본 명세서에서, 처리는 예로서 통전화 처리(energization treatment)에 관해서 설명되지만, 거기에 한정되지는 않는다. 막 내의 열극 형성에 의해 고 저항 상태를 주는 임의의 형성 방법이 적용 가능하다.

전도성 막(4)은 Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, 그리고 Pb와 같은 금속들과; PdO, SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO, 및 Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 같은 금속 산화물들과; HfB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>, LaB<sub>6</sub>, CeB<sub>6</sub>, YB<sub>6</sub>, 및 GdB<sub>6</sub>와 같은 붕화물과; TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, 그리고 WC와 같은 탄화물들; TiN, ZrN, 그리고 HfN과 같은 질화물들; Si, 그리고 Ge와 같은 반도체들; 탄소 등과 같은 것들을 포함하는 재료를 포함할 수 있다.

본 명세서에서 미립자 막은 미립자들이 모여서 구성된 막으로서, 그 미세 구조는 개개의 미립자들의 분산 상태와, 그리고 서로 인접해 있는 또는 쌓여 있는(미립자들의 집성을 포함하는 섬-모양의 구조를 포함하는) 미립자들의 상태를 포함한다. 미립자의 반경은 바람직하게는 수 Å로부터 1 μm까지의 범위이고, 바람직하게는 10 Å로부터 200 Å까지 범위이다.

전자 방출부(5)는 전도성 박막(4)의 일부에 형성된 열극(fissure)과 같은 공간으로 구성되며 기판 두께, 전도성 박막(4)의 성질 및 재료, 및 후술될 통전화 포밍(energization forming) 및 활성화(activation)에 좌우된다. 몇몇 경우에는, 수 옴스트롬 내지 수백 옴스트롬의 범위에 걸친 입자 크기를 갖는 전도성 입자들이 전자 방출부(5)의 내부에 존재할 수 있다. 전도성 미립자들은 전도성 박막(4)을 형성하는 재료의 소자들의 일부 또는 모든 소자들을 포함한다. 열극 지점 또는 그 부근의 전도성 박막(4) 내에 탄소 함유 막이 포함된다. 탄소 함유 막은 예를 들면 흑연 또는 비정질 탄소로 형성된 막을 의미한다. 그 막 두께

는 바람직하게는 500 Å보다 크지 않으며, 보다 바람직하게는 300 Å보다 크지 않다.

본 발명이 적용된 표면 전도형 전자 방출 소자는 도 21에 도시된 구성을 가질 수 있다.

도 21에 도시된 표면 전도형 전자 방출 소자는 기판(1)이 그 표면 위에 코팅 층(6)을 갖는다는 점에서 도 4에 도시된 소자와 상이하다. 코팅 층(6)은 본 발명에 따른 제조 방법에서 제공되는데, 이에 대해서는 다음에 상세히 설명한다. 본 발명에서는, 실란 층 또는 티타늄 산화물 층과 같은 방수 층이 바람직하다. 코팅 층(6)은 바람직하게는 1 nm 내지 300 nm의 범위에 걸친 두께를 갖는다.

이하, 표면 전도형 전자 방출 소자의 전도성 박막을 형성하는 방법을 예를 들어 본 발명의 제조 방법을 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 액체 방출들을 공급하는 방법을 개략적으로 도시하고 있다. 도 2 및 도 3은 각각 본 발명에서 사용되는 잉크의 표면 장력과, 기판 및 소자 전극과의 잉크의 접촉 각도를 개략적으로 도시하고 있다. 도 1에서, 참조 부호(1)는 기판을 나타내고, (2)와 (3)은 소자 전극을, (10)은 잉크-젯 헤드들, (12)는 액체 방출을 나타낸다.

액체 공급의 장치로서는, 소량의 액체를 일정량 배출할 수 있는 장치, 특히, 약 수십 나노그램의 액체를 형성할 수 있는 잉크-젯 시스템이 적합하다. 피에조-소자 등으로부터의 기계적 에너지를 이용하여 용액을 배출하는 소위 피에조-젯 시스템 및 히터로부터의 열 에너지를 이용하여 기포(bubble)를 발생시킨 다음 기포의 발생에 따라 용액을 배출하는 버블-젯 시스템의 각 시스템을 잉크-젯 시스템으로서 채용할 수 있다.

도 5와 도 6은 잉크-젯 헤드 장치의 예들을 나타낸다. 도 5는 기판(221)과 열 발생부(222)와, 지지판(223)과, 액체 유로(224)와, 제1 노즐(225)과, 제2 노즐(226)과, 잉크 유로들을 분할하는 분할 벽(227), 잉크 액체실들(228과 229), 잉크 피드 인렛들(2210과 2211)과, 커버판(2212)을 나타낸다.

도 10은 유리로 만들어진 제1 노즐(231)과, 유리로 만들어진 제2 노즐(232)과, 원통 모양의 피에조 소자(233)와, 필터(234)와, 액체 잉크 공급관들(235와 236)과, 전기 신호 입력 단자(237)를 갖는 피에조-젯 시스템의 헤드 장치를 나타낸다. 도 5와 6에서, 두 개의 노즐들이 사용되지만, 노즐들의 개수는 거기에 제한되지 않는다.

도 1과 도 2에서, 액체(12)는 전도성 박막을 형성하는 원소나 화합물을 포함하는 수용액 등으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 전도성 박막을 형성하는 원소나 화합물로서 팔라듐 또는 그것의 화합물을 포함하는 액체는 팔라듐 아세테이트-에탄올아민 합성물(palladium acetate-ethanolamine complex, PA-ME), 팔라듐 아세테이트-디에탄올아민 합성물(palladium acetate-diethanolamine complex, PA-DE), 팔라듐 아세테이트-트리에탄올아민 합성물(palladium acetate-triethanolamine complex, PA-TE), 팔라듐 아세테이트-부틸에탄올아민 합성물(palladium acetate-butylethanolamine complex, PA-BE), 그리고 팔라듐 아세테이트-디메틸에탄올아민 합성물(palladium acetate-dimethylethanolamine complex, PA-DME)과 같은 에탄올아민 타입의 합성물의 수용액들과; 팔라듐-글리신 합성물(palladium-glycine complex, Pd-Gly), 팔라듐-베타-알라닌 합성물(palladium-β-alanine complex, Pd-β-Ala), 그리고 팔라듐-DL-알라닌 합성물(palladium-DL-alanine complex, Pd-DL-Ala)과 같은 아미노산 타입 합성물의 수용액을 포함한다.

잉크의 표면 장력을 30 내지 50 dyn/cm의 범위 내에 조정하기 위해 IPA(이소프로필 알코올)가 수용액(잉크)의 용매 성분으로서 5 내지 30 중량%의 양으로 포함되는 것이 바람직하다. 또한, 전극용 재료 및 기판용 재료와의 잉크의 각각의 초기 접촉 각도들이 20° 내지 50°의 범위 내에 속하는 것이 바람직하며, 전극용 재료와의 잉크의 초기 접촉 각도와 및 기판용 재료와의 잉크의 초기 접촉 각도간의 차이가 30° 내에 있는 것이 바람직하다.

도 2는 유기 금속-함유 수용액의 표면 장력을 제어하기 위해 수용액의 용매 성분으로서 IPA가 사용된 예를 도시하고 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 수용액의 표면 장력은 30 내지 50 dyn/cm의 바람직한 범위 내에 조정하기 위해 IPA를 혼합함으로써 제어될 수 있다.

한편, 기판 재료 및 소자 전극 재료의 표면 에너지는 다음과 같이 조정될 수 있다. 기판 상에 소자 전극들을 형성한 후에, 기판을 완전히 세정한다. 다른 방법으로는, 티타늄 산화막으로 기판을 코팅하고, 그 위에 소자 전극들을 형성한 후에, 그렇게 처리된 기판을 광에 노출시킨다. 이런 식으로, 기판 및 전극들 상에 친수성 표면이 고르게 형성된다. 그런 기판을 제어 하의 환경 내에 놓아 두면, 시간이 흐름에 따라 방수 표면이 형성되어, 상술한 접촉 각도가 20° 내지 50°의 범위 내의 바람직한 값으로 포화되게 된다. 따라서, 기판과 전극 재료 양자 모두의 표면 에너지는 포화 값에 도달한다. 그러므로, 대형 기판이 사용되어 액체 방출들을 공급하는 데 장시간이 걸릴 때에도 표면 에너지는 안정되고 고르게 된다.

그런 식으로 기판에 공급된 유기 금속-함유 액체 방출들은 하소(calcination)에 의해 열분해되어, 전도성 박막을 형성한다.

여기서, 제어 하의 환경(environment under control)이란 용어는 소망하는 농도의 유기 물질이 존재하는 환경을 의미한다.

본 발명에서, 상기 환경은 다음과 같이 생성된다.

(1) 기판을 চে임버 안에 둔 후에, 고체 질소(dry nitrogen) 등을 চে임버에 충전하여 চে임버를 정화하고, 질소에 의해 적절히 희석된 유기 가스를 চে임버에 충전하고, 기판의 표면 에너지가 포화될 때까지 기판을 놓아둔다. 방출 시간은 충전된 유기 물질에 따라 적절히 결정된다. 이 단계는 이 공정에 의해 제한되지 않으며, 다음과 같이 수행될 수 있다. 기판을 চে임버 안에 두고, চে임버를 비운(evacuate) 후에, 적당한 부분 압력 하에 유기 가스를 চে임버에 충전하고, 기판의 표면 에너지가 포화될 때까지 기판을 놓아둔다. 이 단계에 따라, 유기 물질이 기판의 표면에 부착되어, 기판의 표면 상태가 방수 표면으로 변화된다.

본 발명에서 사용되는 바람직한 유기 물질은 극성에 좌우되지 않고 친수성 그룹을 갖지 않으며 20 Kcal/mol 이상의 제거 에너지를 갖는 지방성(aliphatic) 및 방향성(aromatic) 유기 물질들이다. 예를 들

면, 디-2-에틸헥실 프탈레이트(di-2-ethylhexyl phthalate)가 바람직하게 사용된다.

(2) 기판은 건조기 안에 저장된다. 기판을 건조기 안에 저장하면, 대기 중에서의 유기 물질의 농도가 통상의 방안에 저장될 때보다 더 일정하게 된다. 기판을 건조기 안에 저장하면, 액체 방울과 기판의 접촉 각도가 시간이 흐름에 따라 증가한다. 이것은 건조기 안에 대기 중에 존재하는 유기 물질들이 기판에 흡수되어, 기판의 표면 에너지를 (방수 표면을 형성하기 위해) 점차로 저하되는 사실에 기인하는 것으로 여겨진다. 또한, 기판의 습도가 낮게 제어되는 건조기 안에 두면, 기판에 흡수되는 수분 량이 감소되고, 유기 물질의 흡수도 용이하게 되어, 기판의 접촉 각도의 증가가 용이하게 되는 것으로 여겨진다.

본 발명에서는 기판을 그런 건조기 안에 저장할 때, 습도를 20% 이하로 제어하는 것이 바람직하다.

상술한 바와 같이, 소정 농도의 유기 물질이 존재하는 환경 하에 기판을 놓아두는 목적은 유기 물질을 기판 및 소자 전극들의 표면에 부착시키려는 것이다. 그러므로, 본 발명에서는 다음의 방법도 바람직하게 이용될 수 있다. 즉, 실란 결합제(silane coupling agent)와 같은 소수성 용제가 기판의 표면에 부착된다. 보다 구체적으로는, 실란 결합제의 증기가 포화된 용기 안에 기판을 둔다. 게다가, 실란 결합제에 의해 포화된 질소 등을 기판에 대해 불어서 날리는 방법이 포함된다. 부착 방법은 상기 방법들에만 국한되지 않는다. 에탄올과 같은 유기 용매로 희석된 용액 안에 기판을 담글 수도 있다. 다른 방법으로는, 그런 용액을 뿌리거나 도포할 수도 있다. 그 후, 실란 결합제가 부착된 기판이 유리 표면상의 실리콘 Si와 (Si-O-Si)의 형태로 결합하도록 열처리하거나 그냥 두었다. 그 결과, 유리 표면에 강하게 부착되고 방수성을 갖는 코팅이 형성되었다.

본 발명의 제조 방법의 특징은 상기와 같이 소자 전극들이 형성된 기판의 표면 에너지를 조정하는 것이 소망하는 수용액의 방울들을 기판에 공급하기 전에 수행된다는 데 있다.

이하, 상술한 바와 같이 형성된 전도성 박막을 사용한 표면 전도형 전자 방출 소자의 제조 방법을 설명한다.

그렇게 형성된 전도성 박막(4)은 포밍 처리를 받게 된다. 예를 들어, 이 포밍 처리는, 전기 전류가 도면에 도시되지 않은 전원으로 부터 소자 전극들(2와 3) 사이에 흐르도록 허가되어 전도성 박막의 구조를 변형하여 전자-방출부를 형성하는 통전화 처리에 의해 수행된다.

통전화 포밍은 파괴, 변형, 그리고 변형과 같은 전도성 박막(4)의 국부적인 구조 변화를 유발한다. 이 변화된 부분은 전자-방출부(5)를 포함한다.

도 7A와 도 7B는 이 통전화 형성을 위한 전압 파형의 예를 나타낸다. 전압 파형은 바람직하게 도 7A에 도시된 바와 같이 연속적으로 공급되는 일정 높이의 전압 펄스와 도 7B에 도시된 바와 같이 증가하는 전압 펄스를 포함하는 펄스 파형이다.

도 7A에서, T1은 펄스 폭을 나타내고, T2는 전압 파형의 펄스 간격을 나타낸다. 일반적으로 T1은 1  $\mu$ s로부터 10 ms까지의 범위 내에서, T2는 10  $\mu$ s로부터 100 ms까지의 범위 내에서 선택된다. 통전화 포밍시 피크 전압인 삼각파의 파 높이는 표면 전도형 전자-방출 소자의 모양에 대응하여 알맞게 선택된다. 그러한 조건을 하에서, 이 전압은 수초로부터 수십 분까지 범위의 시간 동안 인가된다. 이 펄스 파형은 삼각파에 한정되지 않고, 사각파와 같이 임의의 원형일 수 있다.

도 7B에서, T1과 T2는 도 7A의 그것들과 유사할 수 있다. 통전화 포밍시 피크 전압인 파의 높이는, 예를 들어, 단계당 약 0.1 V씩 증가될 수 있다.

통전화 포밍의 완성은 펄스 간격 내에서 전도성 박막(4)을 지엽적으로 변형하지 않는 또는 파괴하지 않는 전압을 인가하고 그 전류 강도를 측정함으로써 검출할 수 있다. 예를 들어, 통전화 포밍은 약 0.1 V 전압 인가시 소자 전류에 의해 측정된 저항이 1 M $\Omega$  또는 그 이상이 될 때 정지된다.

포밍 처리 후 이 소자는 바람직하게 활성화 처리된다. 활성화 처리는 소자 전류(I<sub>f</sub>)와 방출 전류(I<sub>e</sub>)를 현저하게 변화시킨다.

활성화 처리는, 예를 들면, 유기 물질을 포함하는 가스 분위기 내에서 통전화에서와 같은 반복된 펄스 인가에 의해 수행될 수 있다. 유기 물질을 포함하는 가스 분위기는 예를 들면, 오일 확산 펌프(oil diffusion pump) 또는 로터리 펌프(rotary pump)에 의해 진공 챔버를 비우고 남은 유기 가스를 사용할으로써, 또는 이온 펌프 또는 그와 비슷한 것으로 진공 챔버를 비우고 적합한 유기 물질 가스를 진공 내로 넣음으로써 형성될 수 있다. 유기 물질 가스의 압력은 전에 언급했던 실제적인 사용 유형, 진공 챔버의 모양, 유기 물질의 종류, 등등에 따라 결정된다. 적합한 유기 물질은 알칸스 알켄스(alkanes alkenes)와 알킨스(alkynes) 같은 지방성 탄화수소(aliphatic hydrocarbons); 방향성 탄화수소(aromatic hydrocarbons); 알콜(alcohols); 알데히드; 케톤(ketones); 아민(amines); 페놀(phenols); 그리고 카르복시산(carboxylic acid)과 같은 유기산; 그리고 술폰산(sulfonic acid)을 포함한다. 그들의 구체적인 예들은 메탄, 에탄, 그리고 프로판과 같은 C<sub>1-3</sub>으로 표시되는 포화 탄화수소와; 에틸렌, 그리고 프로필렌과 같은 C<sub>2-3</sub>으로 표시되는 불포화 탄화수소; 벤젠; 톨루엔; 에탄올; 메탄올; 포름알데히드; 아세트알데히드; 아세톤; 메틸 에틸 케톤; 메틸아민; 에틸아민; 페놀; 포름산; 아세트산; 프로피온산 등과 같은 것을 포함한다. 이 처리에 의해 탄소 또는 탄소 화합물이 분위기 내의 유기 물질로부터 소자로 피착하여 소자 전류 I<sub>f</sub>와 방출 전류 I<sub>e</sub>를 현저하게 변화시킨다. 펄스 폭, 펄스 간격, 펄스 파 높이 등등은 적절하게 결정된다.

활성화 처리의 완성은 소자 전류 I<sub>f</sub>와 방출 전류 I<sub>e</sub>를 측정하여 검출된다.

상술한 탄소 또는 유기 화합물은 복면(단결정 또는 다결정), 비정질 탄소(단순 비정질 탄소 또는 삼기 복면의 미결정의 혼합물)를 포함한다. 피착 막 두께는 바람직하게 500 Å를 넘지 않고, 더 바람직하게는 300 Å를 넘지 않는다.

활성화 처리 후 전자-방출 소자는 바람직하게는 안정화 처리된다. 이 안정화 처리는 유기 물질의 부분압

이  $1 \times 10^{-6}$  Torr 보다 높지 않고 더 바람직하게는  $1 \times 10^{-10}$  Torr 보다 높지 않은 진공 챔버 내에서 수행된다. 진공 챔버 내의 압력은 바람직하게는  $1 \times 10^{-6}$  Torr부터  $10^{-7}$  Torr까지 범위이고, 더 바람직하게는  $1 \times 10^{-8}$  Torr 보다 높지 않다. 진공 챔버를 비우는 진공 장치는 오일의 악 영향이 소자의 특성에 미치는 것을 피하기 위해 바람직하게는 오일이 없다. 구체적으로 이 진공 장치는 흡수 펌프들과 이온 펌프들을 포함한다. 배기 과정(evacuation)에서, 진공 챔버는 전체적으로 가열되어 진공 챔버 벽과 전자-방출 소자 상에 흡착된 유기 물질 분자들의 배출을 용이하게 한다. 가열 하에서의 배출은 바람직하게는 80부터 200°C까지 범위 온도에서 5 시간 또는 그 이상 동안 수행되지만 그것에 한정되지는 않는다. 배출 조건들은 진공 챔버의 크기, 전자-방출 소자의 구성, 등등을 고려하여 적절하게 선택된다. 부수적으로, 상기 유기 물질의 부분압은 질량 분광계를 사용하여 탄소와 수소가 주로 포함될 질량수 10 내지 200의 유기 분자들의 부분압을 측정하고 그 부분압들을 통합함으로써 검출된다.

안정화 처리 후, 실제 구동에서, 안정화 처리의 분위기는 바람직하게 유지되지만, 그것들로 한정되지는 않는다. 유기 물질의 충분한 제거에 의해, 소자의 특성은 비록 진공도가 약간 떨어지더라도 안정하게 유지될 수 있다. 그러한 진공 분위기는 탄소 또는 탄소 화합물의 부가적인 피착을 방지하여, 소자 전류 I1와 방출 전류 Ie의 안정화를 준다.

이하, 본 발명의 화상-형성 장치를 설명한다. 화상-형성 장치에서, 전자-방출 소자는 다양한 방식으로 전자 소스 기판 상에 배치될 수 있다.

하나의 구성에서, 병렬로 배열된 많은 전자-방출 소자들은 각각의 단부들에 접속된다. 그러한 전자 방출 소자들의 배열은 병렬 라인 상에(로우 방향으로) 배치된다. 이 배선 위에, 그리드(grid)라고 불리는 제 1 전극이 상기 배선에 수직인 방향(컬럼 방향으로) 제공되어 사다리형 배열을 형성하고 전자-방출 소자들로부터의 전자들을 제어한다.

또 다른 구성에서, 전자-방출 소자들은 매트릭스 상의 X 방향과 Y 방향으로 배치되고, 각 전자-방출 소자들의 한쪽 전극들은 상기 X 방향으로 공통적으로 접속되고, 다른 쪽 전극들은 상기 Y 방향으로 공통적으로 접속된다. 이런 유형의 배열은 단순 매트릭스 배열이고, 아래에 더 상세히 설명된다.

본 발명의 매트릭스 식으로 배열된 전자-방출 소자들을 갖는 기판은 도 12를 참조하여 설명된다. 도 8에서, 참조 번호 (71)은 전자 소스 기판을, (72)는 X-방향 배선을, (73)은 Y-방향 배선을, (74)는 표면 전도형 전자-방출 소자를, (75)는 배선을 나타낸다.

X-방향 배선(72)은 전도성 금속 또는 그와 같은 것을 포함할 수 있는 m개 배선 라인들,  $0x1, 0x2, \dots, 0xm$ 을 포함한다. 그 물질, 그 층 두께, 그리고 배선의 폭은 적절하게 결정된다. Y-방향 배선(73)은 X-방향 배선(72)과 같은 방식으로 형성된 n개 배선 라인들,  $0y1, 0y2, \dots, 0yn$ 을 포함한다. m개 라인들의 X-방향 배선(72)과 n개 라인들의 Y-방향 배선(73) 사이에 도면에 도시되지 않은 층간 절연막이 이 양측을 전기적으로 분리시키기 위해 제공된다(기호 m과 n은 각각 정수이다).

도면에 도시되지 않은 층간 절연막은  $SiO_2$  또는 그와 같은 재료를 포함한다. 예를 들면, 층간 절연막은 X-방향 배선(72)을 갖는 기판(71) 표면 전면 또는 일부 상에 제공된다. 그 두께, 그 물질, 그리고 층간 절연막 형성 공정은 X-방향 배선(72)과 Y-방향 배선(73)의 교차점들에서 전위 차를 견딜 수 있도록 선택된다. X-방향 배선(72)과 Y-방향 배선(73)은 각각 외부 단자들로서 인출된다. 전자-방출 소자(74)를 포함하는 도면에 도시되지 않은 한 쌍의 전극들은 m개 라인들의 X-방향 배선(72), n개 라인들의 Y-방향 배선(73), 그리고 접속 라인들(75)에 의해 전기적으로 접속된다.

배선(72)과 배선(73)용 재료를 구성하는 화학 원소들, 접속 라인들(75)용 재료, 그리고 소자 전극 쌍들용 재료는 전부 같은 것일 수 있고, 또는 서로 부분적으로 다를 수 있다. 이 재료들은, 예를 들면, 소자 전극들에 대해 전에 언급했던 재료들로부터 적절하게 선택될 수 있다. 배선용 재료가 소자 전극들의 그것과 같은 경우, 소자 전극에 접속된 배선은 소자 전극으로 불릴 수 있다.

X-방향 배선(72)에는, X 방향이 전자-방출 소자들(74)의 라인을 선택하기 위한 스캐닝 신호를 인가하기 위해 도면에 도시되지 않은 스캐닝 신호 인가 장치가 접속된다. Y-방향 배선(73)에는, 입력 신호에 따라 Y-방향의 전자-방출 소자들(74)의 각 라인들을 변조하기 위해 도면에 도시되지 않은 변조 신호 발생 장치가 접속된다. 각 전자-방출 소자들에 대한 구동 전압은 스캐닝 신호들과 변조 신호들 사이의 전압 차로 공급된다.

상기 구성에서, 각 소자는 단순 매트릭스 배선을 사용하여 독립적으로 선택되고 구동될 수 있다.

단순 매트릭스 배열의 전자 소스 기판으로 구성된 화상-형성 장치는 도 9 내지 도 11을 참조하여 설명된다. 도 9는 화상-형성 장치의 디스플레이 패널의 일 예를 개략적으로 나타낸다. 도 10a와 도 10b는 도 9의 디스플레이 패널 내에 사용된 인광막을 개략적으로 나타낸다. 도 11은 NTSC형 텔레비전 신호에 대응하여 디스플레이하기 위한 구동 회로의 일례의 블록도이다.

도 9에서, 전자-방출 소자들은 기판(71) 상에 배열된다. 배면판(81)은 기판(71)을 고정한다. 정면판(86)은 내부 표면상에 인광막(84)을 갖는 유리 기판(83)과, 금속 백(metal back, 85), 등등을 포함한다. 배면판(81)과 정면판(86)은 유리 용융이나 그와 같은 것에 의해 지지 프레임(82)에 정착된다. 엔클로저(88)는 예를 들면, 400 °C 내지 500 °C의 공기 또는 질소 분위기에서 10분 이상 동안의 연소에 의해 용해-밀봉(fusion-sealed)된다.

표면 전도형 전자-방출 소자(74)는 도 4a와 도 4b에 도시된 하나의 소자에 대응한다. X-방향 배선(72)과 Y-방향 배선(73)은 표면 전도형 전자-방출 소자들의 소자 전극들의 쌍들에 접속된다.

엔클로저(88)는 상술한 정면판(86), 지지 프레임(82), 그리고 배면판(81)을 포함한다. 배면판(81)은 주로 기판(71)의 강도를 증가시키기 위해 주로 제공되기 때문에, 만약 전자 소스 기판(71) 자체가 충분한 강도를 갖는다면, 별도의 배면판(81)은 생략될 수 있다. 즉, 지지 프레임(82)이 기판(71)에 직접 접촉될 수 있고, 그리고 정면판(86), 지지 프레임(82), 그리고 기판(71)이 엔클로저(88)를 구성할 수 있다. 반면,

정면판(86)과 배면판(81) 사이에, 도면에 도시되지 않은 소위 스페이서(대기압 저항 부재)인, 지지 부재가 대기압에 대하여 충분한 강도를 엔클로저(88)에 주기 위해 제공될 수 있다.

도 10A와 도 10B는 형광 막을 개략적으로 나타낸다. 단색 형광 막은 인광 체로만 구성될 수 있다. 컬러 형광 막은 소위 도 10A의 블랙 스트라이프스(black stripes) 또는 도 10B의 블랙 매트릭스인 블랙 부재(91)와, 인광체의 배열에 따른 인광체들로 구성될 수 있다. 블랙 스트라이프스 또는 블랙 매트릭스는 컬러 디스플레이에 필수적인 삼원색들의 인광체들(92) 사이의 경계들을 검게 할 목적으로 제공되어 컬러 믹싱을 덜 두드러지게 만들고 외부 빛의 반사에 기인한 콘트라스트의 저하를 방지한다. 블랙 스트라이프스 또는 블랙 매트릭스는 일반적으로 사용되는 주로 흑연으로 구성된 것들과는 다른 낮은 광 투과도 또는 낮은 반사도를 나타내는 재료로부터 만들어진다.

인광체는 단색 또는 다중 컬러 중 하나에 대해 투하 방법(precipitation method) 또는 인쇄 방법(printing method)에 의해 유리 기판 상에 인가될 수 있다. 일반적으로, 금속 백(85)은 형광막(84)의 내부 표면에 제공된다. 이 금속 백은 인광체에 의해 정면판(86)을 향해 방출된 빛을 회도를 향상하기 위해 반사하고, 전자 빔 가속 전압을 인가하기 위한 전극으로 쓰이기 위해, 그리고 엔클로저 내에서 생성된 음이온에 의한 충돌에 의해 야기되는 손상으로부터 인광체를 보호하기 위한 목적으로 제공된다. 형광막 형성 후, 일반적으로 형광막의 내부 표면을 매끄럽게 하고(smoothing)(소위 filming(막화)라고 함) 그 위에 진공 증착이나 그와 비슷한 방법에 의해 시를 피착함으로써 금속 백이 준비된다.

또한 정면판(86)에, 도면에 도시되지 않은 투명한 전극이 형광막(84)의 외부 표면(유리 기판(83) 면) 상에 제공될 수 있다.

상술한 용해-밀봉에서, 컬러 디스플레이에 대해, 컬러 인광체들이 전자-방출 소자와 각각 직면하게 되도록 위치적으로 레지스터(register)되어야 한다.

도 13의 화상-형성 장치는 다음과 같이 제작될 수 있다.

엔클로저(88)는 상술한 안정화 처리에서와 같은 방식으로 적절한 가열과 함께 이온 펌프와 흡착 펌프와 같은 오일이 없는 배출 장치에 의해 배출구를 통해  $10^{-7}$  Torr 정도의 진공도까지 비워지고, 밀봉된다. 밀봉 후 엔클로저(88) 내의 진공을 유지하기 위해, 게터 처리(getter treatment)가 수행될 수 있다. 게터 처리에서, 엔클로저(88) 내의 정해진 위치에 배치된 도면에 도시되지 않은 게터는 저항 가열(resistance heating), 고-주파 가열, 또는 증착막을 형성하기 위한 유사한 가열 방법에 의해 엔클로저(88) 밀봉 이전 또는 이후에 즉각적으로 가열된다. 일반적으로 게터(getter)는 주로 Ba 또는 그와 비슷한 것으로 구성된 다. 증착막은, 예를 들면, 엔클로저(88) 내의 흡착에 의해  $10^{-6}$  내지  $10^{-7}$  Torr의 진공도를 유지한다.

도 12를 참조하여 사다리 배열형의 전자 소스 기관 및 그것을 이용한 화상-형성 장치를 설명한다.

도 12는 사다리형 전자 소스 기관의 일례를 개략적으로 도시하고 있다. 도 12에서, 참조 부호 (110)은 전자 소스 기관을 나타내고, 참조 부호(111)은 전자-방출 소자를 나타낸다. 공통 배선(112)( $0 \times 1$ , ...,  $0 \times 10$ )은 전자-방출 소자들(111)을 접속한다. 복수의 전자-방출 소자들(111)은 X 방향(소자 라인)으로 병렬로 배열된다. 복수의 소자 라인들은 전자 소스를 구성한다. 소자 라인들 각각은 구동 전압의 인가에 의해 독립적으로 구동되는데, 전자 방출 임계값보다 낮은 전압을 소자 라인에 인가하면 전자 빔 방출이 일어나고, 임계값보다 낮은 전압을 인가하면 전자 빔 방출이 일어나지 않는다. 소자 라인들, 예를 들면,  $0 \times 2$ 와  $0 \times 3$  사이의 공통 배선  $0 \times 2$ , ...,  $0 \times 9$ 는 동일한 배선을 이룰 수 있다.

이하, 다음의 예들에 의해 본 발명을 상세히 설명한다.

예 1

도 1, 도 2 및 도 3을 참조하여, 표면 전도형 전자 방출 소자를 제조하는 방법을 설명한다.

표면 전도형 전자 방출 소자는 발명의 구성 및 작용에 기술된 구성을 가지며, 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이 기판(1), 소자 전극들(2, 3) 및 전도성 박막(미립자 막)(4)으로 구성된다. 이 예에서는, 잉크-젯형 액체 방출-공급 장치(10)가 전도성 박막(4)을 형성하는 방법에 사용된다. 도 1은 전도성 박막(4)의 형성 방법을 개략적으로 도시하고 있다. 도 2는 이 예에서 사용되는 잉크의 표면 장력을 그래프로 도시하고 있고, 도 3은 도 1에서 기판(1)과의 액체 방출(12)의 접촉 각도(도 3에서  $\theta$ 로 표현) 및 도 1에서 소자 전극들(2, 3)과의 액체 방출(12)의 접촉 각도(도 3에서  $\phi$ 로 표현)를 그래프로 도시하고 있다.

1.8 mm의 두께를 갖는 일반적인 소다 석회 유리가 절연 기판으로서 사용되었다. 이 유리 기판은 유기 용매 등에 의해 완전히 세정된 후  $120^{\circ}\text{C}$ 로 제어되는 건조 오븐에서 건조되었다. Pt 막(막 두께: 1,000 Å)으로 이루어진 소자 전극들(2, 3)(전극 폭: 500  $\mu\text{m}$ ; 전극 간격: 20  $\mu\text{m}$ )은 진공 증착 및 포토리소그래픽 에칭에 의해 기판 상에 형성되었다(도 1). 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여 소자 전극들 간의 간극부에 전도성 박막을 형성하는 방법을 설명한다.

액체 방출을 위한 원료 용액으로서, 수용액 시스템 즉, 팔라듐 아세테이트-에탄올아민 합성물의 수용액이 사용되었다. 수용액 내의 수분 함유량은 70 중량% 이상이었다. 다른 용매 성분은 이소프로판올(IPA)이었으며 5 내지 25 중량%의 범위 내로 함유되었다. 사용된 수용액(잉크)은 도 2에 도시된 바와 같이 그 표면 장력이 30 내지 50 dyn/cm의 범위 내에 속하는 것이었다.

소자 전극들이 형성된 소다 석회 유리는 유기 용매 등에 의해 완전히 세정된 후  $120^{\circ}\text{C}$ 로 제어되는 건조 오븐에서 건조되었다. 도 1에 도시된 바와 같이 비블-젯 시스템의 잉크-젯 헤드에 의하여 기판 상의 전극들 간의 간극부에 IPA를 15 중량% 함유하는 잉크가 공급되었다. 그러나, 간극부의 유리 표면에 잉크가 흘러나와서, 도트로 형성될 수 없었다. 이 시점에서의 기판 및 전극들의 표면 에너지는 친수성 표면이 형성될 정도였다.

그러므로, 기판에 처리에 대하여 각종 연구가 이루어졌다. 그 결과, 소자 전극들이 형성된 소다 석회 유



리를 정제수로 초음파 세정하고 80℃의 고온 정제수로 세정하고 들어올려 건조시켰을 경우, 세정 직후에 상기와 같이 간극부의 유리 표면에 잉크가 흘러나온다는 것이 밝혀졌다. 그러나, 세정 후에 세정된 기판을 48 시간 동안 (전기) 건조기 안에 저장했을 경우, 잉크의 흐름이 없이 전극의 Pt와 간극부의 유리 사이 위에 도트가 안정되게 형성될 수 있었다.

도 3은 세정 후에 IPA를 15 중량% 함유하는 잉크와 소다 석회 유리의 표면 및 Pt 박막의 표면의 접촉 각도의 변화를 그래프로 도시하고 있다. 이 그래프는 초기 접촉 각도가 20° 내지 50°의 범위 내에 속할 경우, 서로 다른 종류의 재료들(Pt 및 유리) 간의 초기 접촉 각도의 차이가 30° 이내이며, 전극의 Pt와 간극부의 유리 사이 위에 도트가 안정되게 형성될 수 있음을 나타낸다.

그런 조건하에서, 수용액의 방울들이 소자 전극들 간의 간극부에 서로 중첩하도록 4회 공급되었다. 형성된 도트의 직경은 약 90 μm였다. 도 1에 이 상태가 도시되어 있다.

상술한 단계 후에, 소자 전극들이 형성된 기판을 350℃로 제어되는 오븐에서 30분 동안 가열하여 유기물 성분을 완전히 제거함으로써 전극들 상에 산화 팔라듐(PdO)의 미립자들로 이루어진 전도성 박막을 형성하였다. 하소 후의 도트의 직경은 액체 방울의 공급 후의 직경과 같았으며, 즉 약 90 μm였으며, 그 막 두께는 150 Å이었다. 그러므로, 소자 길이는 약 90 μm라고 할 수 있다.

전도성 박막이 사이에 형성된 소자 전극들 사이에 전압을 인가하여 전도성 박막에 대하여 통전화 포밍 처리를 수행함으로써, 전자 방출부를 형성하였다. 이런 식으로, 표면 전도형 전자 방출 소자가 완성되었다.

예 1에서 설명한 공정에 의해 제조된 표면 전도형 전자 방출 소자는 종래의 진공 증착-포토리소그래픽 에칭 공정에 의해 제조된 것과 동일한 전자 방출 특성을 달성하였다.

윌헬미형(Wilhelmy type) 표면 장력 계기에 의하여 잉크의 표면 장력이 측정되었다. 잉크의 표면 장력은 도 2에 도시된 바와 같이 IPA의 농도를 변화시킴으로써 조정될 수 있다.

여기서 사용된 초기 접촉 각도(initial contact angle)라는 용어는 잉크가 기판 표면과 접촉한 후 1분 이내에 측정된 접촉 각도를 의미하며, 그런 접촉 각도는 상업적으로 입수 가능한 각도계 등을 이용하여 바로 측정될 수 있다. 초기 접촉 각도의 측정시 잉크의 양은 바람직하게는 약 10 μl이다.

이 예에서 도 3에 도시된 접촉 각도의 측정은, 소자 전극들의 형성시에 사용된 것과 같은 소다 석회 유리 기판과 상술한 바와 같은 식으로 Pt 막이 1,000 Å의 두께로 형성된 기판 양자 모두를 정제수로 초음파 세정하고 80℃의 고온 정제수로 세정하고 양 기판을 들어올려 건조시키고 그것들을 20% 이하의 습도로 제어되는 (전기) 건조기 안에 저장 시간을 변화시키면서 저장하고, 그렇게 저장된 양 기판에 상술한 바와 같이 IPA를 15 중량% 함유하는 4 μl의 잉크를 공급하고 잉크의 공급으로부터 3초 후에 접촉 각도계, CA-X 모델(상표명, 교와 가이덴 가가꾸 K.K.사 제조)에 의하여 잉크와 그 기판들의 접촉 각도를 측정함으로써 수행되었다.

## 예 2

본 발명에 따른 복수의 표면 전도형 전자 방출 소자를 갖는 전자 소스 기판을 제조하는 방법 및 이 전자 소스 기판을 이용한 화상 형성 장치를 제조하는 방법을 설명한다. 이 예에서는, 도 12에 도시된 바와 같이 복수의 전극들이 매트릭스의 형태로 배열되었고, 전극들은 사다리형 배선에 접속되었다. 표면 전도형 전자 방출 소자(15)의 제조 공정은 기본적으로 예 1에서와 동일하다.

2.8mm의 두께를 갖는 소다 석회 유리 기판이 절연 기판으로 사용된다. 이 소다 석회 유리 기판은 완전히 유기 용매 등으로 세정된 다음에 120℃로 조절된 건조 오븐에서 건조된다. 소자 전극(2, 3) (전극 폭: 500 μm; 전극 간극: 20 μm)이 기판 상에서 Pt 막 (막 두께: 1,000 Å)으로 형성된다. 사다리형 Ag 배선은 이를 전극(도시 생략)에 접속되어 있다.

액체 방울의 용액 재료로서는 예 1에서 사용된 것과 동일한 수용액(잉크), 즉 15 중량%의 IPA를 함유한 팔라듐 아세테이트-에탄올아민 합성물의 수용액이 사용된다. 피에조-잉크 시스템의 잉크 제트 헤드가 액체 방울 공급 장치로서 사용된다.

소자 전극과 배선이 형성되어 있는 기판을 정제수로 초음파 세정하고 80℃의 고온 정제수로 세정하고 들어 올린 건조한 후에, 이 세정된 기판을 48시간 경과를 확실하게 하는 2일 내내 예 1에서 사용된 것과 동일한 건조기에 저장한다. 다음에 수용액의 방울을 소자 전극 사이의 각 간극 부분에 4회 공급하여 서로 겹치게 한다. 이 경우에서도, 액체 방울은 도트 형상으로 안정되게 공급될 수 있다. 이 도트의 직경은 약 90 μm이다. 이 단계 이후, 전자 소스 기판은 유기 성분을 완전히 제거하도록 350℃로 조절된 오븐에서 30분간 가열됨으로써, 각 소자 전극 상에 산화 팔라듐(PdO)의 미립자로 이루어진 전도성 박막을 형성하게 된다. 하소 이후 도트의 직경은 액체 방울의 공급 이후의 것과 동일하며, 즉 약 90 μm가 되고, 그 막 두께는 150 Å가 된다. 따라서, 소자 길이는 약 90 μm라고 말할 수 있다.

사이에 전도성 박막이 형성되어 있는 소자 전극(2 및 3) 간에 전압이 인가되어, 전도성 박막이 통전화 포밍 처리되게 하고, 이로써 전자 방출부를 형성할 수 있다. 이런 방법으로, 사다리형 배선에 따른 표면 전도형 전자 방출 소자를 갖는 전자 소스 기판이 완성되게 된다.

이 전자 소스 기판을 진공 밀봉하기 위한 엔롤러가 정면판(86), 지지 프레임(82), 및 배면판(81)으로 구성됨으로써, 도 9에서 설명된 바와 같은 사다리형 배선에 따른 디스플레이 패널을 형성하여 도 11에서 설명한 바와 같이 NTSC 시스템의 텔레비전 신호에 기초한 텔레비전 디스플레이의 구동 회로를 갖는 화상 형성 장치를 제조한다.

예 2에서 기술된 공정으로 제조된 표면 전도형 전자 방출 소자의 사다리형 배선에 따른 화상 형성 장치는 종래의 진공 증착-포토리소그래픽 에칭 공정에 따른 것과 동일한 화상을 제공한다.

## 예 3

본 발명에 따른 복수의 표면 전도성 전자 방출 소자를 갖는 화상 형성 장치를 제공하는 부가 공정을 이하 설명한다. 본 장치의 전자 소스 기판의 제조 공정은 예 2에서와 실질적으로 동일하다. 그러나, 도 8에서 나타낸 바와 같은 간단한 매트릭스 구성에 의한 배선이 예 3에서의 전자 소스 기판의 배선으로 사용된다.

예 2에서와 같이, 두께 2.8mm를 갖는 소다 석회 유리 기판이 절연 기판으로 사용된다. 이 소다 유리 기판은 유기 용매 등으로 완전히 세정된 다음에 120°C로 조절된 건조 오븐에서 건조된다. 소자 전극(2, 3)(전극 폭: 500 $\mu$ m; 전극 간격: 20 $\mu$ m)이 기판 상에서 Pt 막(막 두께: 1,000 Å)으로 형성된다. 매트릭스형 Ag 배선이 이들 전극에 접속되어 있다(도시 생략).

각 쌍의 소자 전극 사이의 간극 부분에 전도성 박막을 형성하는 방법은 예 2에서와 거의 동일하다. 액체 방울 용액의 재료로서는, 예 1에서 사용된 것과 동일한 수용액(잉크), 즉 15 중량%의 IPA를 함유하고 있는 팔라듐 아세테이트-에탄올아민 합성물의 수용액을 사용한다. 베블 제트 시스템의 잉크 제트 헤드가 액체 방울 공급 장치로서 사용된다.

소자 전극과 배선이 형성되어 있는 기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온 정제수로 세정하고 틀어올려 건조시킨 후에, 이 세정된 기판을 48시간 경과를 확실하게 하는 2일 내내 예 1에서 사용된 것과 동일한 (전기) 건조기에 저장한다. 다음에 수용액의 방울을 소자 전극 사이의 각 간극 부분에 4회 공급하여 서로 겹치게 하고, 이로써 액체 방울은 약 90 $\mu$ m의 직경을 갖는 도트의 형상으로 안정되게 공급될 수 있다. 이 단계 후에, 전자 소스 기판은 유기 성분을 완전히 제거하도록 350°C로 조절된 오븐에서 30분간 가열됨으로써, 각 소자 전극 상에 산화 팔라듐(PdO)의 미립자로 이루어지며 막 두께가 150 Å이며 소자 길이 가 약 90 $\mu$ m인 전도성 박막을 형성하게 된다.

예 2에서와 동일한 공정으로 액체 방울의 공급, 건조 및 하소를 실행한 후에, 전도성 박막을 통전화 처리(통전화 포임 처리)하여 전자 방출부를 형성하게 된다. 이와 같이 하여, 매트릭스형 배선에 따른 표면 전도형 전자 방출 소자를 갖는 전자 소스 기판이 완성된다.

이 전자 소스 기판을 진공 밀봉하기 위한 엔클로저(88)가 정면판(86), 지지 프레임(82), 및 배면판(81)으로 구성되고, 이에 의해 도 9에서 설명된 바와 같은 매트릭스형 배선에 따른 디스플레이 패널을 형성하여 도 11에서 설명한 바와 같이 NTSC 시스템의 텔레비전 신호에 기초한 텔레비전 디스플레이의 구동 회로를 갖는 화상 형성 장치를 제조할 수 있다.

예 3에서 기술된 공정으로 제조된 표면 전도형 전자 방출 소자의 매트릭스형 배선에 따른 화상 형성 장치는 종래의 진공 증착-포토리소그래픽 에칭 공정에 따른 것과 동일한 화상을 제공한다.

#### <예 4>

도 4a 및 도 4b에서 설명한 형태의 전자 방출 소자를 본 발명에 따른 전자 방출 소자로서 제조한다.

도 13a 내지 도 13d와 관련하여, 본 실시예에 따른 전자 방출 소자를 제조하기 위한 공정을 이하 설명한다. 석영 유리 기판을 기판(1)으로서 사용한다. 이 기판을 유기 용매로 완전히 세정한 후에, 기판의 표면에 Pt로 이루어지는 소자 전극(2 및 3)을 형성한다(도 13a).

소자 전극 사이의 간극 L, 각 소자 전극의 길이 W, 및 이들의 두께 d는 각각 20 $\mu$ m, 500 $\mu$ m, 및 1,000 Å로 미리 설정되어 있다.

다음에 소자 전극(2, 3)이 형성되어 있는 기판은 다음의 방법으로 디메틸디에톡시실란으로 소수성 부여 처리를 거친다.

소자 전극이 형성되어 있는 기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온 정제수로 세정하고 틀어올려 건조시킨 후에, 유리 기판의 표면에 디메틸디에톡시실란의 증기가 공급되어, 여기에 막이 형성되게 된다. 더욱 상세하게 설명하면, 디메틸디에톡시실란의 증기가 포화되어 있는 용기 내에 기판을 위치시키고, 실온(22°C)에서 1시간 동안 그대로 둔 다음에 인출한다. 뒤이어, 이렇게 처리된 기판을 10분간 110°C에서 가열 처리한다. 이 가열에 의해서, 디메틸디에톡시실란의 Si는 Si-O-Si의 형태로 유리 기판의 성막 표면의 Si에 (실록산 결합에 의해) 결합되고, 이로써 알킬실란은 유리 기판의 성막 표면에 강하게 고정된다. 상술한 공정에 의하면, 소수성 그룹으로서 디메틸디에톡시실란으로부터 유도되는 메틸 그룹을 갖는 방수성 막이 유리 기판 상에 형성된다. 부가하여, 이 가열 처리는 단기간에 실란 결합제에 의한 기판 결합을 안정화하도록 하는 관점으로 실행되며 유리 기판과 액체 방울의 접촉 각도를 고정화하는 효과를 갖게 한다. 그러나, 디메틸디에톡시실란으로 처리된 기판이 통상의 온도에서 약 하루 동안 그대로 두어도, 안정된 결합을 형성할 수 있다. 액체 방울 공급 단계는 표면 처리가 원하는 조건의 접촉 각도를 만족하는 한 열 처리 없이 행해질 수 있다.

이 막의 형성 공정에서는, 다음의 반응이 진행한다고 생각할 수 있다. 즉, 디메틸디에톡시실란에서 가수 분해되는 그룹인 에톡시 그룹이 도 14에서 설명한 바와 같이, 가수분해되어 디메틸디에톡시실란의 측면 상에서 실라놀 그룹(-SiOH)을 형성한다. 실라놀 그룹은 유리 기판의 성막 표면의 측면 상에서 실라놀 그룹으로의 탈수 처리에 의해 응축됨으로써, 디메틸디에톡시실란의 Si는 도 15에서 설명한 바와 같이 유리 기판의 성막 표면의 Si에 실록산 결합에 의해 결합된다. 도 15에서 설명한 바와 같이, 실라놀 그룹 중 하나가 유리 기판의 성막 표면의 Si에 실록산 결합에 의해 결합되고, 다른 것은 인접한 디메틸디에톡시실란의 Si에 실록산 결합에 의해 결합되는 것으로 생각된다.

디메틸디에톡시실란은 두 개의 가수 분해되는 그룹을 갖는 실란 결합제로서 유리 기판에의 접촉 비율이 적당하므로, 액체 방울과 유리 표면간의 접촉 각도를 비교적 용이하게 20 내지 50°의 범위 내로 조절할 수 있다. 소자 전극의 표면은 디메틸디에톡시실란의 가수 분해에 의해 형성된 실라놀 그룹에 결합될 수 있는 위치를 갖지 않기 때문에, 화학적 결합의 형성으로 부착되는 생성물은 기본적으로 존재하지 않으며, 디메틸디에톡시실란의 상온 증발에 의해 형성된 생성물이 부분적으로만 부착될 뿐이다. 그러나, 소자 전극의 표면은 물 등에 의한 세정으로 친수성이 되는 경우나, 소자 전극 표면 자체에서도, 액체 방울과의 접촉 각도는 표면상에서 물이 증발한 후에 극히 짧은 시간 내에는 20에서 50°의 범위 내의 값이 된다.

따라서, 실란 결합제의 층이 형성되어 있지 않을 때에도 실질적인 문제는 거의 발생하지 않게 된다.

본 실시예에서는, 전도성 박막을 형성하는 재료로서는 0.05 중량%의 폴리비닐 알코올, 15 중량%의 2-프로판올, 1 중량%의 에틸렌 글리콜을 함유하고 있는 수용액에 테트라모노에탄올아민-팔라듐 아세테이트  $[Pd(NH_4CH_2CH_2OH)_2(CH_3COO)_2]$ 를 용해하여 얻은 수용액을 사용하여, 약 0.15 중량%의 팔라듐 농도를 제공한 다.

상술한 수용액(잉크)의 방울을 전극(2, 3)이 위에 형성되어 있는 석영 유리 기판 상으로 버블 제트 시스템의 잉크 제트 장치(캐논 사에 의해 제조된 버블 제트 프린터 헤드, BC-01을 이용)에 의해 공급하여, 전극(2 및 3) 위에서 연장되게 한다(도 13b).

이 때에, 기판 상의 액체 방울 형상은 확산 없이 안정성 및 재생성 면에서 양호하다. 기판은 다음에 20 분간 350°C에서 하소되어 전도성 박막(4)을 형성한다(도 13c).

이와 같이 하여, 10개의 소자를 제조한다. 각 소자의 전도성 박막의 막 두께는 원자력 현미경으로 측정한다. 그 결과, 막 두께는 평균 15nm이고, 10개의 소자간의 막 두께 분산은 5%이다. 소자 전극간의 저항은 평균 2.5k $\Omega$ 이고, 이 10개의 소자간의 저항 분산은  $\pm 90\Omega$ 이다. 유리 기판과 액체 방울의 초기 접촉 각도를 접촉 각도계(교와 가이엔 가가꾸 사에 의해 제조된 상표명, CA-X 모델)를 이용하여 측정하면 42°가 되고, 열 개의 소자간의 초기 접촉 각도의 분산은  $\pm 3^\circ$ 가 된다.

다음에 진공 용기 내에서 소자 전극(2 및 3) 사이에 전압을 인가함으로써 전도성 박막(4)을 통전화 처리(통전화 포밍 처리)하여, 전자 방출부(5)를 형성한다(도 13d). 통전화 포밍 처리 시의 전압 파형을 도 7b에서 설명한다.

이 예에서, 전압 파형의 펄스폭 T1 및 펄스 간격 T2는 각각 1밀리초와 10밀리초로 미리 설정한다. 초핑파(chopping wave)의 피크값(포밍시의 피크 전압)은 약  $1 \times 10^{-6}$  Torr의 증기압에서 통전화 포밍 처리를 실행하도록 점차 증가한다.

상술한 방법으로 제조된 소자는 약  $1 \times 10^{-6}$  Torr의 아세톤이 도입되는 분위기에서 약 40분간 소자 전극 사이에 전압을 인가함으로써 활성화 처리된다. 활성화 처리는 통전화 포밍 처리시와 동일한 전압 파형(도 7a)을 사용하고 초핑파의 피크 전압을 14V로 미리 설정함으로써 실행된다. 그 후에, 약  $1 \times 10^{-6}$  Torr로의 배기가 행해진다.

상술된 방법으로 생성된 소자에 대해서는, 전자 방출 특성이 도 16에서 설명된 측정 및 평가 장치를 이용하여 결정된다. 전자 방출 소자 및 애노드(174)는 진공 장비(175)에 배치되고, 이 진공 장비에는 진공 펌프(176) 및 진공 게이지(도시 생략)와 같은 진공 장비에 필요한 기구가 설비되어 있기 때문에, 전자 방출 소자의 측정 및 평가가 원하는 진공 하에서 실행될 수 있다. 따라서, 이 예에서는, 전자 방출 특성의 결정시 진공 장비에서 애노드와 전자 방출 소자 사이의 간격 H, 애노드의 전위 및 진공 정도가 각각 4mm, 1kV 및  $1 \times 10^{-6}$  Torr로 설정되어 있다.

상술한 비와 같은 측정 및 평가 장치가 사용되고, 전자 방출 소자의 전극(2 및 3) 사이에 소자 전압이 인가되어 이 때에 흐르는 소자 전류 I<sub>f</sub>와 방출 전류 I<sub>e</sub>를 측정할 수 있다. 이 예에 따른 소자에서는, 방출 전류가 약 7V의 소자 전압에서부터 급속히 증가하게 된다. 14V의 소자 전압에서는, 소자 전류 I<sub>f</sub>가 2.0 mA에 이르는 한편, 방출 전류 I<sub>e</sub>는 3.0 $\mu$ A가 된다.

상술한 예에서는, 전자 방출부의 형성시, 초핑파 펄스가 소자 전극 사이에 인가되어 통전화 포밍 처리를 행하게 된다. 그러나, 소자 전극 사이에 인가된 파형은 초핑파에 제한되지 않으며, 구형파와 같은 어떠한 파형도 사용할 수 있다. 피크 값, 피크 폭 및 그 펄스 간격은 상술한 값에 제한되지 않으며, 전자 방출부가 만족스럽게 형성되는 한 어느 값으로도 선택할 수 있다.

#### <예 5>

수용액 방울은 디메틸디클로로실란이 소수성 부여 처리 용제로서 사용되는 것을 제외하고는 예 4에서와 정확히 동일한 방법으로 공급되며, 전자 방출 소자는 예 4에서와 동일한 방법으로 제조된다. 따라서, 액체 방울의 도트 형상은 마찬가지로 원하는 위치 이외에는 분산되지 않아 안정되며, 재생성 또한 양호하며, 소자 사이의 막 두께 분산도 또한 좁다.

#### <예 6>

전체 16 로우와 16 컬럼의 256개의 소자 전극과 매트릭스형 배선이 형성되어 있는 기판(도 8)은 소수성 부여 처리되어, 수용액의 액체 방울이 예 4에서와 동일한 방법으로 기판 상의 각 쌍의 소자 전극 사이에 버블 제트 잉크 시스템의 잉크 제트 장치(캐논 사에 의해 제조된 BC-01, 버블-제트 프린터 헤드)에 의해 공급된다. 이렇게 처리된 기판은 하소되어 예 4에서와 동일한 방법으로 통전화 포밍 및 활성화 처리함으로써, 전자 소스 기판을 제조한다.

배면판(81), 지지 프레임(82) 및 정면판(86)은 이 전자 소스 기판에 접촉되어 있어 전자 소스 기판을 진공 밀봉함으로써, 도 9에서 설명한 비와 같은 화상 형성 장치를 제조한다.

이러한 방법으로 제조된 화상 형성 장치에서, 전자 방출 특성은 액체 방울의 도트 형상이 원하는 위치 이외로 분산되지 않아 안정되기 때문에 균일하게 된다. 따라서, 휘도 불균일성과 같은 결함을 거의 갖지 않는 양호한 화상을 양호한 재생성으로 제공할 수 있다. 전도성 박막의 형성을 위한 패터닝 등이 불필요하기 때문에, 그 제조 공정은 단순화되며, 따라서 제조 비용을 절감할 수 있다.

#### <참조예 1>

기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온 정제수로 세정하고 들어올려 건조한 후에 디메틸디클로로실란으로 처리를 실행하지 않고 바로 사용하는 것을 제외하고는 예 4에서와 동일한 정확하게 동일한 방

법으로, 소자 전극이 형성되어 있는 기판상으로 잉크 방울을 공급한다. 이런 방법으로, 10개의 소자를 제조한다. 잉크의 공급시, 액체 방울은 원하는 위치 이외로 확산되게 된다. 하소 후의 전도성 박막의 막 두께는 원자력 현미경으로 측정한다. 결과적으로, 막 두께는 10개의 소자 평균이 4nm로서 예 4에서의 막 두께의 절반 보다 더 얇다. 10개의 소자 사이의 막 두께의 분산은 35%이다. 그 저항값이 또한 증가한다. 이들 결과를 예 4의 결과와 함께 표 1에서 나타낸다.

[표 1]

|       | 막두께  | 막 두께의 분산 | 접촉 각도 | 접촉 각도의 분산 | 저항치   | 저항치의 분산 |
|-------|------|----------|-------|-----------|-------|---------|
| 실시예 4 | 15nm | 5%       | 42°   | ±3°       | 2.5kΩ | ±90Ω    |
| 참조예 1 | 4nm  | 35%      | 5°    | ±3°       | 15kΩ  | ±7kΩ    |

상술한 바와 같이, 기판의 성막 표면의 소수성 부여 처리는, 액체 방울이 확산되지 않도록 하며, 기판의 성막 표면과 액체 방울과의 접촉 각도를 20 내지 50°의 범위 내로 조절하여 막 두께 분산이 좁으며 안정성 및 재생성이 양호한 전도성 박막을 형성하는 것을 가능하게 한다.

<예 7>

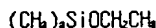
도 4a 및 도 4b에서 설명한 형태의 전자 방출 소자를 본 발명에 따른 전자 방출 소자로서 제조한다.

도 13a 내지 13d를 참조하여 본 실시예에 따른 전자 방출 소자를 제조하는 공정을 설명한다. 석영 유리 기판이 기판(1)으로서 사용된다. 이 기판을 유기 용매로 완전히 세정한 후에, Pt로 이루어진 소자 전극(2 및 3)을 기판의 표면에 형성한다(도 13a).

소자 전극 사이의 간극 L, 각 소자 전극의 길이 W, 및 그 두께 d는 각각 20μm, 500μm 및 1,000Å으로 설정된다.

소자 전극(2, 3)이 형성되어 있는 기판은 다음의 방법으로 화학식 1에 의해 표시되는 트리메틸에톡시실란으로 소수성 부여 처리가 행해진다.

화학식 1



소자 전극이 형성되어 있는 기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온 정제수로 세정한 후 들어올려 건조한 후에, 트리메틸에톡시실란의 증기를 유리 기판의 표면에 공급하면, 이 기판 상에 막이 형성되게 된다. 더욱 상세하게 설명하면, 트리메틸에톡시실란의 증기가 포화되어 있는 용기에 기판을 위치하고, 실온(약 22°C)에서 8시간 동안 그대로 둔 다음에 인출한다. 뒤이어서, 마황게 처리된 기판을 10분간 110°C에서 열처리하여 막의 안정성을 증진시킨다. 이 가열에 의해, 트리메틸에톡시실란의 Si는 Si-O-Si의 형태로 유리 기판의 성막 표면의 Si와(실록산 결합에 의해) 결합되고, 이로 인해 알킬실란이 유리 기판의 성막 표면에 강하게 결합된다. 상술한 공정에 의하면, 소수성 그룹으로 트리메틸에톡시실란으로부터 유도된 메틸 그룹을 갖는 방수성 막이 유리 기판 상에 형성된다. 부가하여, 이 열 처리는 단 기간 내에 실란 결합제에의 기판 결합을 안정화하는 관점에서 행해지며, 유리 표면과 액체 방울과의 접촉 각도를 안정화하는 효과를 갖게 한다. 그러나, 트리메틸에톡시실란으로 처리된 기판은 통상의 온도에서 약 하루 동안 그대로 두어도, 안정된 결합을 또한 형성할 수 있다. 액체 방울 공급 단계는 처리된 표면이 원하는 접촉 각도 상태를 만족하는 한 열 처리 없이 행해질 수 있다.

이 막의 형성 공정에서는, 다음의 반응이 진행하는 것을 생각할 수 있다. 즉, 트리메틸에톡시실란에서 가수 분해되는 그룹인 에톡시 그룹은 도 17에서 설명한 바와 같이 공기 중의 습기 또는 유리에 흡수된 물에 의해 가수 분해되어 트리메틸에톡시실란의 축면 상에 실라놀 그룹(-SiOH)을 형성한다. 실라놀 그룹은 유리 기판의 성막 표면의 축면 상에 실라놀 그룹으로의 탈수에 의해 응축됨으로써, 트리메틸에톡시실란의 Si는 도 18에서 설명한 바와 같이 유리 기판의 성막 표면의 Si에 실록산 결합으로 결합된다.

트리메틸에톡시실란이 가수 분해되는 그룹만을 갖는 실란 결합제이기 때문에, 실란 결합제가 상호 중합을 거칠 때 기판에 결합되고 있는 실라놀 그룹이 손실된다. 따라서, 완성 또는 비완성 실란층이 용이하게 유리 기판 상에 형성되므로, 액체 방울과 유리 표면과의 접촉 각도는 접촉 각도를 너무 많이 상승시키지 않고 20 내지 50°의 범위 내에서 용이하게 조절할 수 있다. 소자 전극의 표면이 트리메틸에톡시실란의 가수 분해에 의해 형성된 실라놀 그룹에 결합될 수 있는 위치가 없고, 이 실란 결합제가 하나의 가수 분해되는 그룹만을 갖는 실란 결합제이고, 따라서, 실란 결합제가 상호 중합을 거칠 때에도 2분자체(dimer)보다 더 큰 생성물이 형성되지 않기 때문에, 화학 결합의 화학 없이 고착하는 생성물은 거의 존재하지 않는다. 따라서, 실란층은 소자 전극 상에 형성되지 않는다고 할 수 있다. 그러나, 소자 전극이 물에 의한 세정으로 친수성이 되는 경우 또는 소자 전극 표면 자체에서도, 액체 방울과의 접촉 각도는 표면상의 물이 떨어진 후 매우 짧은 시간 내에는 20 내지 50°의 범위 내의 값이 된다. 따라서, 실란 결합제의 층이 형성되어 있지 않아도 실질적인 문제는 거의 발생하지 않는다.

이 예에서는, 전도성 박막을 형성하는 재료로서 0.05 중량%의 폴리비닐 알코올, 15 중량%의 2-프로판올, 1 중량%의 메틸렌 클리콜을 함유하고 있는 수용액에 테트라모노에탄올아민-팔라듐 아세테이트  $[Pd(NH_4CH_3COO)_2(CH_3COO)_2]$ 를 용해하여 얻은 수용액을 사용하여, 약 0.15 중량%의 팔라듐 농도를 제공한다.

상술한 수용액(잉크)의 방울은 전극(2, 3)이 형성되어 있는 석영 유리 기판상으로 버블 제트 시스템의 잉크 제트 장치(캐논 사에 의해 제조된 버블 제트 프린터 헤드, BC-01을 이용)에 의해 4회 공급되며, 전극

(2 및 3) 위에서 연장되며 서로 겹치게 한다(도 13b).

이 때에, 기판 상의 액체 방울 형상은 확산 없이 안정성 및 재생성 면에서 양호하다. 다음에 기판은 20 분간 350°C에서 하소되어 전도성 박막(4)을 형성한다(도 13c). 이런 방법으로, 10개의 소자를 제조한다. 각 소자의 전도성 박막의 막 두께를 원자력 현미경으로 측정한다. 그 결과, 막 두께는 평균 15nm이고, 10개의 소자간의 막 두께의 분산은 5%이다. 이들의 도트 직경은 평균 90 $\mu$ m이고, 10개의 소자 사이의 도트 직경의 분산은 3%이다. 소자 전극 사이의 저항은 평균 2.6k $\Omega$ 이고, 10개의 소자 사이의 저항 분산은  $\pm 100\Omega$ 이다. 유리 기판과 액체 방울과의 초기 접촉 각도를 접촉 각도계 (교와 가이멘 가가꾸 사에 의해 제조된 상표명인 CA-X 모델)를 이용하여 측정하면 40°로 측정된다.

상술한 방법으로 제조된 소자는 예 4에서와 동일한 방법으로 통전화 포임 처리 및 활성화 처리를 거친다.

상술한 방법으로 제조된 소자에 대해서는, 전자 방출 특성이 예 4에서와 동일한 조건하에서 도 16에서 설명된 측정 및 평가 장치를 이용하여 측정된다. 그 결과, 예 7에서 제조된 소자의 전자 방출 특성은 소자 전류 If가 2mA $\pm 0.05$ mA이고, 방출 전류 Ie가 3 $\mu$ A $\pm 0.05$  $\mu$ A이 되도록 하며, 이 물은 상술한 바와 동일한 방법으로 제조되며 동일한 조건하에서 측정된 10개의 소자의 평균치로 표현된 것이다.

#### <참조예 2>

기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온 정제수로 세정한 다음에 들어 올려 건조한 후 트리메틸에톡시실란으로의 처리를 실행하지 않고 즉시 사용하는 것을 제외하고는 예 7에서와 정확히 동일한 방법으로, 버블 제트 시스템의 잉크 제트 장치 (캐논 사에 의해 제조된 버블 제트 프린터 헤드, BC-1을 이용)에 의해 잉크 방울을 소자 전극이 형성되어 있는 기판상으로 4회 공급하여, 전극(2 및 3) 위에서 연장되며 서로 겹치게 한다. 이와 같이 하여 10개의 소자를 제조한다. 잉크의 공급시, 소자 전극 사이의 유리 면 상의 원하는 위치 이외로 액체 방울이 확산되게 된다. 하소 후 전도성 박막의 막 두께를 원자력 현미경으로 관찰한다. 그 결과, 막 두께는 10개의 소자 평균 4nm로서, 예 7에서의 막 두께의 절반 보다 더 얇은 것이다. 10개의 소자 사이의 막 두께의 분산은 38%이다. 소자 전극 사이의 저항은 평균 13k $\Omega$ 이고, 10개의 소자 사이의 저항 분산은  $\pm 5k\Omega$ 이다. 유리 표면과 액체 방울과의 초기 접촉 각도는 접촉 각도계 (교와 가이멘 가가꾸 사에 의해 제조된 상표명 CA-X 모델)를 이용하여 측정하면 7°로 측정된다.

이들 결과를 예 7의 결과와 함께 표 2에서 나타낸다.

[표 2]

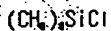
|       | 막두께  | 막 두께의 분산 | 소자 전극 간 저항     | 저항의 분산          | 접촉 각도 | 접촉 각도의 분산     |
|-------|------|----------|----------------|-----------------|-------|---------------|
| 실시예 7 | 15nm | 5%       | 2.6k $\Omega$  | $\pm 100\Omega$ | 40°   | $\pm 3^\circ$ |
| 참조예 2 | 4nm  | 38%      | 13.0k $\Omega$ | $\pm 5\Omega$   | 6°    | $\pm 3^\circ$ |

상술한 바와 같이, 기판의 성막 표면에 소수성 부여 처리를 하게 되면 기판의 성막 표면과 액체 방울의 접촉 각도를 20 내지 50°의 범위 내로 조절하고, 유리 표면과 소자 전극 사이의 표면 에너지 차이를 감소시키고, 액체 방울이 확산되지 않게 할 수 있으며, 따라서 막 두께의 분산이 좁으며 안정성 및 재생성이 양호한 전도성 박막을 형성할 수 있게 해준다.

#### <예 8>

이 예에서, 도 4a 및 도 4b에서 설명한 형태의 전자 방출 소자는 소자 전극(2 및 3)이 위에 형성되어 있는 유리 기판의 소수성 부여 처리가 다음의 화학식 2로 나타내는 트리메틸클로로실란으로 실행되는 것을 제외하고는 예 7에서와 동일한 방법으로 제조된다.

#### 화학식 2



결과적으로, 실란 결합제는 가수 분해 그룹이 염화물이기 때문에 반응도가 더 크므로, 소수성 부여 처리는 예 7보다 더 짧은 처리 시간 내에 완료된다. 부가하여, 기판 상의 액체 방울의 도트 형상은 원하는 위치 이외에는 확산되지 않아 안정적이며 또한 재생성 면에서도 양호하다. 막 두께 분산 및 소자 간의 도트 직경도 또한 좁다.

#### <예 9>

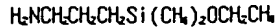
도 4a 및 도 4b에서 설명한 형태의 전자 방출 소자는 본 발명에 따른 전자 방출 소자로서 제조된다.

도 13a 내지 도 13d에 관련하여, 본 실시예에 따른 전자 방출 소자를 제조하는 공정을 설명한다. 석영 유리 기판은 기판(1)으로서 사용된다. 이 기판이 유기 용매로 완전히 세정된 후에, Pt로 이루어지는 소자 전극(2 및 3)이 기판의 표면에 형성된다(도 13a).

소자 전극간의 간극 L, 각 소자 전극의 길이 W, 및 그 두께 d는 각각 20 $\mu$ m, 500 $\mu$ m 및 1,000Å로 설정한다.

다음에, 소자 전극(2, 3)이 형성되어 있는 기판은 다음과 같이 다음 화학식 3에 의해 표시되는 3-아미노프로판디메틸에톡시-실란으로 소수성 부여 처리를 받는다.

#### 화학식 3



소자 전극이 형성되어 있는 기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온 정제수로 세정하고 들어올려 건조한 후에, 3-아미노프로필디메틸-에톡시실란의 증기를 막이 형성되어 있는 유리 기판의 표면에 공급한다. 더욱 상세히 설명하면, 3-아미노프로필디메틸에톡시실란의 증기가 포화되어 있는 용기 내에 기판이 위치되어 있으며, 실온(약 22°C)에서 1시간 동안 그대로 둔 다음에 인출한다. 뒤이어서, 이렇게 처리된 기판은 10분간 110°C에서 열 처리를 받는다. 이 가열로 인해, 3-아미노프로필디메틸에톡시실란의 Si가 Si-O-Si의 형태로 유리 기판의 성막 표면의 Si에 (실록산 결합에 의해) 결합됨으로써, 아미노알킬실란이 유리 기판의 성막 표면에 강하게 결합되어 방수성을 갖는 안정된 실란층을 형성하게 된다.

이 막의 형성 공정 중에, 다음의 반응이 진행하는 것을 알 수 있다. 즉, 3-아미노프로필디메틸에톡시실란에서 가수 분해되는 그룹인 에톡시 그룹은 도 19에서 설명한 바와 같이 공기 중의 습기 또는 기판 내에 흡수된 물에 의해 가수 분해되어 아미노프로필디메틸에톡시실란의 측면 상에 실라놀 그룹 (-SiOH)을 형성한다. 실라놀 그룹은 유리 기판의 성막 표면의 측면 상에서 실라놀 그룹으로의 탈수에 의해 응축됨으로써, 아미노프로필-디메틸에톡시실란의 Si가 도 20에서 나타낸 바와 같이 유리 기판의 성막 표면(6)의 Si와 실록산 결합에 의해 결합된다.

이 예에서, 전도성 박막을 형성하는 재료로서는 0.05 중량%의 폴리비닐 알코올, 15 중량%의 2-프로판올, 1 중량%의 에틸렌 글리콜을 함유하고 있는 수용액에 테트라노에탄올아민-팔라듐 아세테이트  $[Pd(NH_2CH_2CH_2OH)_4(CH_3COO)_2]$ 를 용해하여 얻은 수용액을 사용하므로, 약 0.15 중량%의 팔라듐 농도를 제공하게 된다.

상술한 수용액(잉크)의 방울을 전극(2, 3)이 형성되어 있는 석영 유리 기판상으로 버블 제트 시스템의 잉크 제트 장치 (캐논 사에 의해 제조된 버블 제트 프린터 헤드, BC-01을 이용)에 의해 4회 공급하여, 전극(2 및 3) 위에서 연장되며 서로 겹치게 한다(도 13b).

이 때에, 기판 상의 액체 방울 형상은 확산 없이 안정성 및 재생성 면에서 양호하다. 다음에 기판은 20 분간 350°C에서 하소되어 전도성 박막(4)을 형성한다(도 13c). 이런 방법으로, 10개의 소자를 제조한다. 각 소자의 전도성 박막의 막 두께를 원자력 현미경으로 측정한다. 그 결과, 막 두께는 평균 15nm이고, 10개의 소자 간의 막 두께의 분산은 5%이다. 유리 기판과 액체 방울과의 초기 접촉 각도를 접촉 각도계(교와 가이덴 가가꾸 사에 의해 제조된 상표명인 CA-X 모델)를 이용하여 측정하면 38°가 된다.

상술한 방법으로 제조된 소자는 예 4에서와 동일한 방법으로 통전화 포밍 처리 및 활성화 처리를 거친다.

상술한 방법으로 제조된 소자에 대해서는, 전자 방출 특성이 예 4에서와 동일한 조건하에서 도 16에서 설명된 측정 및 평가 장치를 이용하여 측정된다. 그 결과, 예 9에서 제조된 소자의 전자 방출 특성은 소자 전류 If가  $2nA \pm 0.04nA$ 이고, 방출 전류 Ie가  $3\mu A \pm 0.04\mu A$ 이 되도록 하며, 이 둘은 10개의 소자의 평균치로서 표시된 것이다.

#### <참조예 3>

기판을 정제수로 초음파 세정하고 80°C의 고온의 정제수로 세정한 다음에 들어 올려 건조한 후 3-아미노프로필디메틸에톡시실란으로 처리를 실행하지 않고 즉시 사용하는 것을 제외하고는 예 9에서와 동일한 방법으로, 예 9에서 사용된 것과 동일한 잉크의 방울을 버블 제트 시스템의 잉크 제트 장치 (캐논 사에 의해 제조된 버블 제트 프린터 헤드, BC-01을 이용)에 의해 소자 전극이 형성되어 있는 기판상으로 4회 공급하여, 전극(2 및 2) 위에서 연장되며 서로 겹치게 한다. 그 후, 예 9에서와 동일한 과정을 실행하여 10개의 소자를 제조한다. 잉크의 공급시, 소자 전극 사이의 유리 기판의 원하는 위치 미외에 액체 방울이 확산되게 된다. 하소 후 전도성 박막의 막 두께를 원자력 현미경으로 관찰한다. 그 결과, 막 두께는 10개의 소자 평균 4nm로서, 예 9에서의 막 두께의 절반 보다 더 얇은 것이다. 10개의 소자 간의 막 두께의 분산은 30%이다. 소자 전극 사이의 저항은 평균 16kΩ이고, 10개의 소자 사이의 저항 분산은  $\pm 7k\Omega$ 이다. 유리 표면과 액체 방울의 초기 접촉 각도는 접촉 각도계 (교와 가이덴 가가꾸 사에 의해 제조된 상표명 CA-X 모델)를 이용하여 측정하면 5°로 측정된다.

이들 결과를 예 9의 결과와 함께 표 3에서 나타낸다.

[표 3]

|       | 막두께  | 막 두께의 분산 | 소자 전극 간 저항 | 저항의 분산         | 접촉 각도 | 접촉 각도의 분산     |
|-------|------|----------|------------|----------------|-------|---------------|
| 실시예 9 | 15nm | 5%       | 2.4kΩ      | $\pm 90\Omega$ | 38°   | $\pm 3^\circ$ |
| 참조예 3 | 4nm  | 30%      | 16.0kΩ     | $\pm 7k\Omega$ | 5°    | $\pm 3^\circ$ |

상술한 바와 같이, 기판의 성막 표면의 소수성 부여 처리는 기판의 성막 표면과 액체 방울의 접촉 각도를 20 내지 50°의 범위 내로 조절하고, 유리 표면과 소자 전극 사이의 표면 에너지 차이를 감소시키고, 액체 방울이 확산되지 않게 할 수 있으며, 따라서 막 두께의 분산이 좁으며 안정성 및 재생성이 양호한 전도성 박막을 형성할 수 있게 해준다.

본 실시예에 따른 전도성 박막을 형성하는 주 금속은 팔라듐이기 때문에, 형성된 전도성 박막이 전자 부여 그룹인 실란층에 존재하는 아미노 그룹과 전도성 박막에 존재하는 팔라듐 사이의 상호 작용으로 인해 참조예 3의 것과 비교하여 접착력이 높아진다.

전도성 박막의 전기적 내열 온도는 실란층에 존재하는 전자 부여 그룹인 아미노 그룹과 전도성 박막에 존재하는 팔라듐 사이의 상호 작용이, 전도성 박막의 저항이 박막의 접착으로 보이는 현상으로 인해 급속히 상승하는 것을 방지하기 때문에 증가되는 것으로 생각할 수 있다. 전기적 내열 온도(electric heat

proof temperature)란 것은 전도성 박막의 접착이 전도를 방지하도록 하는 온도를 의미한다.

〈예 10〉

이 예에서, 도 4a 및 도 4b에서 설명한 형태의 전자 방출 소자를 소자 전극(2 및 3)이 형성되어 있는 유리 기판의 소수성 부에 처리가 다음 화학식 4로 나타내는 에톡시디메틸비닐실란으로 실행되는 것을 제외하고는 예 9에서와 동일한 방법으로 제조된다.

화학식 4



기판 상의 액체 방울의 도트 형태는 원하는 위치 이외에는 확산되지 않아 안정적이며 재생성 면에서도 또한 양호하다. 막 두께 분산과 소자 사이의 도트 직경도 또한 좁다.

〈예 11〉

본 실시예에 따른 전자 방출 소자의 구성은 도 4a 및 도 4b에서 설명한 전자 방출 소자와 동일하다.

도 13a 내지 도 13d를 참조하여 본 실시예에 따른 전자 방출 소자를 제조하는 공정을 설명한다.

단계 1:

소자 전극의 패턴은 세정된 소다 석회 유리 기판(1) 상에서 포토레지스트로 형성되고, 500Å 두께의 Pt막이 진공 증착 공정으로 증착된다. 포토레지스트 패턴은 유기 용매에 용해되어 증착막을 리프트 오프(lift off)함으로써, 사이의 간극 LOI 20μm인 소자 전극(2 및 3)을 형성한다(도 13a). 기판은 정제수로 세정한다.

단계 2:

소자 전극(2, 3)이 형성되어 있는 기판(1)이 고온으로 세정된 후에, 유기 금속 함유 수용액의 적당 양의 액체 방울을 기판에 공급하여 접촉 각도계로 기판과 액체 방울의 접촉 각도를 측정한다.

단계 3:

단계 2에서 마련된 기판을 চে임버에 위치시킨 후에, 대기압 하에서 이 চে임버를 질소로 정화하여, 그 내부에 기판을 그대로 둔다. 더욱 상세하게 설명하면, 디-2-에틸헥실 프탈레이트가 113 내지 122°C에서 정화되어 저 비등 물질 및 고 비등 물질을 제거한다. 잔여물은 도 8에서 설명한 표면 에너지 조정 앰플에 위치되고, 100°C로 가열되며, 유기 성분의 포화 증기압인  $2 \times 10^{-6}$  Torr의 압력 하에서 চে임버내로 충전된다. 10분 후에, 유기 가스의 충전이 정지되고, 이 চে임버는 질소 가스로 정화되고, 그 내부에 기판을 그대로 둔다. 기판(1)은 유기 성분의 충전 동안 적당히 인출되고 유기 성분의 충전을 정지한 후에 질소 가스로 정화하여 단계 2에서와 동일한 방법으로 접촉 각도를 측정한다.

단계 4:

유기 Pd 화합물의 수용액 [Pd를 0.15 중량%, IPA를 15 중량%, 에틸렌 글리콜을 1 중량%, 및 폴리비닐 알코올(PVA)을 0.05 중량% 함유하는 수용액](잉크)의 방울을 단계 1에서 형성된 소자 전극 상으로 버블 제트 시스템으로 불리는 잉크-제트 방법에 의해 4회 공급하여 서로 겹치게 한다(도 13b).

단계 5:

단계 4에서 마련한 샘플을 공기 중에서 350°C에서 하소한다. 이렇게 형성된 PdO의 미립자로 이루어진 전도성 박막(4)을 형성한다. 상기 단계를 거쳐, 소자 전극(2, 3) 및 전도성 박막(4)이 기판(1) 상에 형성되게 된다(도 13c).

상술한 방법으로, 10개의 소자를 제조하여 단계 2 및 3에서의 접촉 각도의 측정과 단계 5에서의 전도성 박막의 저항의 측정을 실행한다. 그 결과를 표 4에서 나타낸다.

〈참조예 4〉

단계 1 및 2는 예 11에서와 동일한 방법으로 실행된다. 단계 3에서는, 단계 2에서 마련된 기판이 건조제로서 실리카 겔을 함유하고 있는 건조기에 며칠간 그대로 둔다. 단계 2에서는, 접촉 각도를 매 4시간마다 측정한다. 단계 4 및 5가 또한 예 11과 동일한 방법으로 실행된다. 상술한 방법으로, 10개의 소자를 제조한다. 그 결과를 표 4에서 나타낸다.

〈참조예 5〉

10개의 소자는 단계 3이 생략된 것을 제외하고는 예 11에서와 동일한 방법으로 제조된다. 그 결과를 표 4에서 나타낸다.

[표 4]

|        | 표면 에너지 조절자                              | 단계 2에서의 접촉 각도              | 단계 3에서의 접촉 각도                     | 단계 5에서의 저항                       |
|--------|---|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 실시예 11 | 디-2-에틸헥실 프탈레이트, $2 \times 10^{-6}$ Torr | 친수성, $5^\circ \pm 4^\circ$ | 방수성, $35^\circ \pm 3^\circ$ 에서 포화 | $2.2\text{k}\Omega \pm 50\Omega$ |

|       |                 |                 |  |              |
|-------|-----------------|-----------------|--|--------------|
| 참조예 4 | 건조기 내에 그대로<br>등 | 천수성,<br>5° ± 4° | 방수성: 24시간 동안<br>증가; 이후 26° ± 4°<br>에서 포화 | 2.2kΩ ± 120Ω |
| 참조예 5 | 비처리             | 천수성,<br>6° ± 3° | 비처리                                      | 14kΩ ± 6kΩ   |

상기 결과로부터, 다음의 사실을 알 수 있다.

단계 2에서, 습윤성(wettability)은 높으며, 천수성 표면이 형성된다. 단계 3에서, 방수성 표면이 유기 물의 분위기 하에서 시간에 따라 형성되고, 예 11 및 참조예 4 모두에서 포화되는 경향이 있다. 그러나, 접촉 각도는 예 11의 수 분 레벨에서 포화 상태에 도달하고, 참조예 4는 접촉 각도가 포화에 도달하는데 적어도 24시간이 걸린다. 예 11 및 참조예 4에서, 접촉 각도의 분산은 좁다. 그러나, 접촉 각도의 분산은 참조예 5에서는 넓은 것은 명백하다. 형태상의 관측(morphological observation)에 따르면, 이는 전도성 박막의 형태는 단계 3의 생략함으로써 높은 습윤성을 가지므로 참조예 5에서는 가변하는 반면, 예 11 및 참조예 4에서는 전도성 박막의 형태는 평면성이 높은 원형이라는 사실 때문이라고 생각된다.

상술한 것처럼, 뜨거운 물로 기판을 세정함으로써 천수성 표면이 형성되며, 그러므로 기판의 표면 에너지는 초기화된다. 초기화된 기판의 표면 에너지를 유기 가스로 조절하는 단계에서, 표면 에너지의 분산은 좁아지며, 잉크-젯 시스템에 의해 공급되는 유기 금속-할루 수용액의 방울의 형태는 안정화된다. 결과적으로, 도전 박막 중의 저항의 분산은 또한 좁아지는 것으로 생각된다. 참조예 4에서, 소량 존재하는 유기물이 장시간 기판에 부착되어, 방수성 표면이 이러한 예와 같이 형성되는 것으로 생각된다.

상술한 방식으로 생성된 소자는 통전화 포임 처리 및 예 4와 동일한 방식의 공정이 수행된다.

상술한 방식으로 생성된 소자에 대해, 전자 방출 특성은 예 4와 동일한 조건하에서 도 16에 도시된 측정 및 계산 장치에 의해 결정된다.

예 11에서 생성된 소자의 전자 방출 특성에서 소자 전류(I<sub>f</sub>)는 2mA ± 0.03mA이며, 방출 전류(I<sub>e</sub>)는 3μA ± 0.03μA로서, 이 모두는 10개 소자의 평균값으로 환산하여 표현된다. 한편, 참조예 5에서 생성된 소자의 전자 방출 특성으로는 소자 전류(I<sub>f</sub>)는 0.29mA ± 0.02mA이고, 방출 전류(I<sub>e</sub>)는 0.7μA ± 0.05μA로서, 이 모두는 10개 소자의 평균값으로 환산하여 표현된다. 결과적으로, 예 11 및 참조예 4에 따른 소자의 전자 방출 특성은 참조예 5에서의 소자의 전자 방출 특성에 비해 좁으므로 양호하다.

상술한 것처럼, 기판의 표면 에너지의 조절이 유기 가스의 분위기에서 수행되는 경우, 최종 전도성 박막의 형태가 제어되고, 그 결과 전자 방출 소자의 특성의 분산을 좁히게 되는 것이 공지된다.

## 예 12

이 예는 도 21a 및 도 21b에 도시된 전자 방출 소자를 생성하기 위한 공정에 관한 것이며, 기판의 표면 에너지를 조절한 후에 잉크와 기판 사이의 접촉 각도가 양호한 접촉 각도(20° 내지 50°)로부터 벗어나는 경우 기판을 재처리하여 대기 중에 장시간 견디는 기판이 되도록 하는 예를 설명한다. 예가 아래에 정해진 순서대로 설명된다. 예 11에서와 같이, 10개의 소자가 아래의 단계에 따라 생성된다.

### 단계 1:

0.2μm 두께를 갖는 티타늄 산화막(6)이 스퍼터링에 의해 형성되고, 500Å의 두께를 갖는 Pt 막이 진공 증착 공정에 의해 증착되어 있는 세정된 소다 석회 유리 기판(1) 상에 포토레지스트로 소자 전극의 패턴이 형성된다. 포토레지스트 패턴이 증착된 막을 리프트 오프(lift off)하기 위해 유기 용액 내에 용해되어, 그 사이에 30μm로 선정된 간극(L)을 갖는 소자 전극(2 및 3)을 형성한다.

### 단계 2:

소자 전극(2 및 3)이 형성된 기판이 정화수로 세정되고, 할로겐 램프로부터의 자외광에 5분간 노출된 이후에, 접촉 각도계를 사용하여 액체 방울과 기판 사이의 접촉 각도를 측정하도록 유기 금속 할루 수용액의 적절한 양의 액체 방울이 기판에 공급된다.

유기 금속 할루 수용액의 적절한 양의 액체 방울이 접촉 각도계에 의해 액체 방울과 기판 사이의 접촉 각도를 측정하기 위해 기판에 공급된다.

### 단계 3:

단계 2에서 준비된 기판이 챔버 내에 놓인 이후에, 챔버는 진공 처리되고 예 11과 같은 유기 가스로 충전된다. 특히, 정화된 디-2-에틸헥실 프탈레이트(di-2-ethylhexyl phthalate)는 도 8에서 도시된 표면 에너지 조절 앰플(ampule)내에 배치되고, 100°C에서 가열되어, 유기물의 포화 증기 압력인 2×10<sup>-3</sup> Torr의 압력 하에서 챔버 내로 충전된다. 10분 후, 유기 가스의 출력이 중단되고 챔버가 배기된다. 그 후, 기판(1)은 챔버에서 꺼내져 대기 중에서 70일간 견디도록 방치된 후, 단계 2에서와 동일한 방식으로 접촉 각도가 측정된다. 접촉 각도는 45° ± 8°이다.

10개의 소자들 중 몇 개의 소자들은 20° 내지 50°의 범위 외의 접촉 각도를 가지기 때문에, 단계 2 및 단계 3의 유기 가스에 노출되는 처리가 재수행된다. 그 후, 연속 단계가 수행된다.

### 단계 4:

유기 Pd 화합물의 수용액(잉크)[0.15 중량 %의 Pd, 15 중량 %의 IPA, 1 중량 %의 에틸렌 글리콜 및 0.05 중량 %의 폴리비닐 알콜(PVA)을 함유한 수용액] 방울이 버블 젯 시스템이라 불리는 잉크-젯 방법에 의해 서로 중복되도록 소자 전극 상에 그리고 소자 전극들 사이에 4회 공급된다.



단계 5:

단계 4에서 준비된 샘플은 대기 중에서 350 °C에서 하소된다(calcined). 따라서, PdO의 미세 입자들로 구성된 전도성 박막(4)이 형성된다. 상기 단계들을 통해, 소자 전극(2, 3) 및 전도성 박막(4)이 기판(1) 상에 형성된다.

그 후, 예 4에서와 동일한 방식으로 통전화 포밍 처리 및 활성화 처리가 수행된다. 상술된 방식으로 생성된 소자의 경우, 예 4에서와 동일한 조건하에서 도 16에 도시된 장치를 측정하고 평가함으로써 전자 방출 소자의 특성이 결정된다.

그 결과가 표 5에 도시되어 있다. 표 5에 도시된 바와 같이, 기판의 접촉 각도가 적당한 범위로부터 상당히 벗어나더라도 단계 2 및 3을 반복하여 예 11과 유사한 결과가 예 12에서도 얻어질 수 있다.

상기 결과로부터, 기판의 표면 에너지가 유기 금속 함유 수용액이 기판에 공급되기 전에 알려지지 않은 원인으로부터 기준값으로부터의 허용 오차 이상일 때에도, 표면 에너지를 초기화하기 위해 광을 방출함으로써 기판의 표면 에너지를 감소시키는 단계 및 기판의 표면 에너지를 반복적으로 조정하고 후속 단계를 수행하는 단계를 수행함으로써 평탄성이 높고 전자 방출 특성이 양호한 전자 방출 소자가 제공된다. 그러므로, 전자 방출 소자가 고수율로 저렴하게 제조될 수 있다.

[표 5]

|      | 단계 2에서의<br>접촉 각도                 | 단계 3에서의<br>접촉 각도 | 대기중에 견디<br>도록 방치된<br>후의 접촉각도 | 단계 2 및<br>단계 3을<br>다시 수행한 후의<br>접촉 각도 | 전자 방출 특성  |
|------|----------------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|
| 예 12 | 친수성: 높은 습<br>윤성으로 인해<br>측정될 수 없음 | 방수성:<br>37° ± 3° | 45° ± 8°                     | 방수성:<br>36° ± 2°                      | 소자 전류 If: 2mA<br>±0.03mA;<br>방출 전류 Ie: 3μA<br>±0.03μA |

예 13

본 실시예에 따른 전자 방출 소자의 구성은 도 21a 및 21b에 도시된 전자 방출 소자와 동일하다.

이하, 본 실시예에 따른 전자 방출 소자를 생성하기 위한 공정을 순서대로 설명하기로 한다.

단계 a:

두께가 2,000 Å인 티타늄 산화막(6)이 스퍼터링에 의해 형성되어 있고 두께가 500 Å인 Pt막이 진공 증착 공정에 의해 증착되어 있는 세정된 soda 석회 유리 기판(1) 상에 포토레지스트(Hitachi Chemical사 제품인 RD-2000N)로 소자 전극의 패턴이 형성된다. 포토레지스트 패턴은 증착된 막을 리프트 오프하기 위해 유기 용액 내에 용해되어, 서로에 대한 간극(L)이 30μm로 선택된 소자 전극(2 및 3)을 형성한다.

단계 b:

소자 전극(2 및 3)이 형성된 기판이 정화수로 세정되고 할로겐 램프로부터의 자외광에 5분간 노출된 이후에, 접촉 각도계를 사용하여 액체 방울과 기판 사이의 접촉 각도를 측정하도록 유기 금속 함유 수용액의 적절한 양의 액체 방울이 기판에 공급된다.

단계 c:

단계 b에서 준비된 기판은 건조제로서 건조물이 함유된 실리카 겔 내에서 수일간 견디도록 방치된다. 단계 b와 마찬가지로, 매 8시간마다 접촉 각도가 측정된다.

단계 d:

모노에탄올아민-팔라듐 아세테이트(0.15 중량 %의 Pd), 15 중량 %의 마이소프로필 알콜, 1 중량 %의 에틸렌 글리콜 및 0.05 중량 %의 폴리비닐 알콜을 함유한 수용액(잉크) 액체 방울이 베블-제트 시스템이라 불리는 잉크-제트 방법에 의해 서로 중복되도록 소자 전극 상에 그리고 소자 전극들 사이에 4회 공급된다.

단계 e:

단계 d에서 준비된 샘플은 대기 중에서 410 °C에서 하소된다. 따라서, PdO의 미세 입자들로 구성된 전도성 박막(4)이 형성된다. 상기 단계들을 통해, 소자 전극(2, 3) 및 전도성 박막(4)이 기판(1) 상에 형성된다.

상술된 공정에 따라 10개의 소자들이 생성된다.

참조예 6

전자 방출 소자의 전도성 박막은 단계 b에서 자외선 조사가 수행되지 않는다는 점을 제외하고 예 13에서와 동일한 방식으로 형성된다. 단계 b에서는 접촉 각도의 측정만을 수행한다. 상술된 공정에 따라 10개의 소자들이 생성된다.

참조예 7

전자 방출 소자의 전도성 박막은 단계 a의 일부가 변화되고 단계 b가 수행되지 않는다는 점을 제외하고 예 13에서와 동일한 방식으로 형성된다. 단계 a에서는 스퍼터링에 의해 두께가 0.5  $\mu\text{m}$ 인 SiO<sub>2</sub>가 티타늄 산화막 대신에 세정된 소다 석회 유리 기판(1) 상에 형성된다. 상술된 공정에 따라 10개의 소자들이 생성된다.

예 13 및 참조예 6 및 7에서의 공정 과정 중의 접촉 각도 및 저항의 측정 결과가 표 6에 도시되어 있다. 부수적으로, 표 6에 도시된 결과는 모두 10개의 소자들의 평균치이다.

표 6으로부터 다음의 사실을 알 수 있다. 예 13의 단계 b에서, 티타늄 산화물 층의 표면은 할로겐 램프로부터의 광 조사에 의해 습윤성이 높아져, 접촉 각도가 측정될 수 있는 친수성 표면이 형성된다. 반면에, 참조예 6 및 7에서의 표면은 모두 친수성 표면이지만, 그들의 표면 에너지는 변화된다. 각각의 예에서의 단계 c에서는, 방수성 표면이 시간에 따라 형성되고, 포화되는 경향이 있다. 그러나, 접촉 각도의 분산은 예 13에서 줄지만, 참조예 6 및 7에서는 접촉 각도의 분산이 넓다. 이것은 기판의 표면 에너지를 초기화하는 단계 때문이라고 생각된다. 단계 e에서, 저항의 분산은 예 13에서 줄지만, 참조예 6 및 7에서는 접촉 각도의 분산이 넓다. 이것은 기판의 표면 에너지를 초기화하는 단계에 따른 잉크-젯 시스템에 의해 공급된 액체 방울의 안정성의 영향에 의해 발생하는 액체 방울들 사이의 분산 형태에 대응한다고 생각된다.

상술된 바와 같이, 기판 상에 티타늄 산화물 층을 적층하고 티타늄 산화물 층을 광에 노출함으로써 친수성 표면이 형성되고, 기판의 표면 에너지를 초기화함으로써 표면 에너지를 조절하는 단계에서의 표면 에너지의 분산이 줄어지므로, 잉크-젯 시스템에 의해 공급된 유기 금속 함유 수용액의 방울 형태가 안정화된다. 그 결과, 전도성 박막들 사이에 저항 분산도 또한 줄다고 생각된다.

[표 6]

|       | 단계 b에서의 접촉 각도              | 단계 c에서의 접촉 각도   | 단계 e에서의 저항                           |
|-------|----------------------------|---|--------------------------------------|
| 예 13  | 친수성: 높은 습윤성으로 인해 측정될 수 없음  | 방수성: 24 시간 이상 증가됨; 그 후, $28^\circ \pm 4^\circ$ 에서 포화됨 | $2.2 \text{ k}\Omega \pm 80 \Omega$  |
| 참조예 6 | 친수성: $5^\circ \pm 4^\circ$ | 방수성: 24 시간 이상 증가됨; 그 후, $27^\circ \pm 3^\circ$ 에서 포화됨 | $2.2 \text{ k}\Omega \pm 120 \Omega$ |
| 참조예 7 | 친수성: $6^\circ \pm 4^\circ$ |   | $2.2 \text{ k}\Omega \pm 120 \Omega$ |

그 후, 예 4에서와 동일한 방식으로 통전화 포밍 처리 및 활성화 처리가 수행된다. 상술된 방식으로 생성된 소자의 경우, 예 4에서와 동일한 조건하에서 도 16에 도시된 장치를 측정하고 평가함으로써 전자 방출 소자의 특성이 결정된다.

예 13에서 생성된 소자의 전자 방출 특성은 소자 전류( $I_f$ )가  $2\text{mA} \pm 0.04\text{mA}$ 이며, 방출 전류( $I_e$ )가  $3\mu\text{A} \pm 0.05\mu\text{A}$ 로서, 이 모두는 10개 소자의 평균값으로 환산하여 표현된다. 한편, 참조예 7에서 생성된 소자의 전자 방출 특성은 소자 전류( $I_f$ )는  $1.8\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ 이고, 방출 전류( $I_e$ )는  $2.7\mu\text{A} \pm 0.09\mu\text{A}$ 로서, 이 모두는 10개 소자의 평균값으로 환산하여 표현된다. 게다가, 소자 전류 및 방출 전류는 모두 소자 전압에 대해 비선형 특성을 보이며, 각각의 분명한 임계값을 갖는다.

그 결과, 예 13에 따른 소자의 전자 방출 특성은 참조예 7에서의 소자의 전자 방출 특성에 비해 분산이 줄어지고 양호하다. 소정 기간 동안 구동한 후, 전자 방출 특성이 측정된다. 그 결과, 예 13에서의 소자 전류( $I_f$ ) 및 방출 전류( $I_e$ )의 감소는 참조예 7에 비해 작다는 것이 발견되었다.

상술된 바와 같이, 기판의 표면 에너지의 초기화가 전자 방출 소자의 특성의 분산을 줄이는데 기여한다는 것도 발견되었다. 구동시의 안정성은 기판 상에 티타늄 산화물 층의 적층으로 인해 기판과 전도성 박막의 접착성의 증가에 기인한다고 생각된다.

#### 예 14

이 예는 예 13의 단계 c에서 기판을 대기중에서 장시간 견디도록 방치할 때, 잉크와 기판의 접촉 각도가 양호한 접촉 각도( $20^\circ$  내지  $50^\circ$ )로부터 벗어나는 경우 기판을 재처리하는 예를 설명한다. 이러한 예는 아래에서 순서대로 설명된다.

예 13의 단계 a, b, 및 c에서의 처리가 수행된 기판이 준비되고 대기중에서 70일간 견디도록 방치된다. 그 후, 예 13에서와 동일한 방식으로 접촉 각도가 측정되었으며, 10개의 소자들의 평균값으로 환산하여  $40^\circ \pm 12^\circ$  증가된다는 것이 발견되었다.

이 예에서, 기판은 예 13의 단계 2 및 3에서 다시 처리된다. 그 후, 예 13의 후속 단계 d 및 e에서, 통전화 포밍 처리 및 활성화 처리가 수행된다. 그 결과가 표 7에 도시되어 있다.

#### 참조예 8

예 14에서와 같이, 예 13의 단계 a, b, 및 c에서의 처리가 수행된 기판이 준비되고 대기중에서 70일간 견디도록 방치된다. 그 후, 예 13에서와 동일한 방식으로 접촉 각도가 측정되었으며, 10개의 소자들의 평균값으로 환산하여  $40^\circ \pm 12^\circ$  인 것이 발견되었다. 그 후, 예 13의 후속 단계 d 및 e에서, 통전화 포밍 처리 및 활성화 처리가 수행된다. 그 결과가 표 7에 도시되어 있다.

표 7에 도시된 바와 같이, 기판의 접촉 각도가 적당한 범위로부터 상당히 벗어나더라도 단계 b 및 c를 반

복하며 예 13에서와 유사한 결과가 예 14에서 얻어질 수 있다. 반면에, 참조예 8에서 기판의 접촉 각도가 적당한 범위로부터 상당히 벗어남으로 인해 전자 방출 특성의 저하 및 분산이 증가된다.

상기 결과로부터, 기판의 표면 에너지가 유기 금속 함유 수용액이 기판에 공급되기 전에 알려지지 않은 원인으로 기판으로부터의 허용 오차 이상일 때에도, 표면 에너지를 초기화하기 위해 광을 방출함으로써 기판의 표면 에너지를 감소시키는 단계 및 기판의 표면 에너지를 반복적으로 조정하고 후속 단계를 수행하는 단계를 수행함으로써 평탄성이 높고 전자 방출 특성이 양호한 전자 방출 소자가 제공된다. 그러므로, 전자 방출 소자가 고수율로 저렴하게 제조될 수 있다.

[표 7]

|        | 단계 b에서의 접촉 각도             | 단계 c에서의 접촉 각도                   | 대기중에서 견디도록 방치된 후의 접촉 각도     | 단계 b 및 단계 c를 다시 수행한 후의 접촉 각도    | 전자 방출 특성  |
|--------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|
| 예 14   | 친수성: 높은 습윤성으로 인해 측정될 수 없음 | 방수성: $28^{\circ} \pm 1^{\circ}$ | $40^{\circ} \pm 12^{\circ}$ | 방수성: $28^{\circ} \pm 1^{\circ}$ | 소자 전류 If: $2\text{mA} \pm 0.04\text{mA}$ ;<br>방출 전류 Ie: $3\mu\text{A} \pm 0.04\mu\text{A}$    |
| 참조예 14 | 친수성: 높은 습윤성으로 인해 측정될 수 없음 | 방수성: $28^{\circ} \pm 1^{\circ}$ | $40^{\circ} \pm 12^{\circ}$ | 처리되지 않음                         | 소자 전류 If: $1.8\text{mA} \pm 0.2\text{mA}$ ;<br>방출 전류 Ie: $2.8\mu\text{A} \pm 0.15\mu\text{A}$ |

예 15

이 예에서, 화상 형성 장치가 형성된다.

도 24는 전자 소자의 일부를 도시한 측면도이다. 도면에서, 참조 번호 (91)은 기판을 나타내며, 참조 번호 (98)은 0.05mm에 대응하는 로우 방향 배선을 나타내며, 참조 번호 (99)는 0.05mm에 대응하는 칼럼 방향 배선을 나타내며, 참조 번호 (94)는 전도성 박막을 나타내며, 참조 번호 (92 및 93)은 소자 전극을, 참조 번호 (97)은 중간 절연층을 나타낸다. 이 실시예에 따른 화상 형성 장치는 기판 (91)이 배면판으로 사용되었다는 것을 제외하고는 도 9에 도시된 것과 동일한 구성을 갖는다. 도 11은 NTSC 시스템의 텔레비전 신호에 기초한 텔레비전 디스플레이용 구동 회로의 예시적 구성을 도시한다.

제조 공정을 특히 단계순으로 기술하기로 한다.

단계 1:

소자 전극(92, 93)은 세정된 소다 석회 유리 기판(1) 상에 오프셋 인쇄함으로써 형성된다. 소자 전극들 사이의 간극 L 및 각 소자 전극의 폭 W는 각각  $20\mu\text{m}$  및  $125\mu\text{m}$ 로 선정된다.

단계 2:

스크린 인쇄에 의해 칼럼 배선(99)이 형성된다. 스크린 인쇄에 의해 두께가  $10\mu\text{m}$ 인 중간 절연층(97)이 형성된다. 또한, 로우 배선(98)이 프린트된다.

단계 3:

소자 전극, 배선 및 중간 절연층이 상부에 형성된 기판은 그 후 예 7에서 사용된 트리메틸레톡실란  $[(\text{CH}_3)_3\text{SiOCH}_2\text{CH}_3]$ 으로 소수성 부여 처리가 수행된다. 소수성 부여 처리는 예 7에서와 동일한 방식으로 수행된다.

단계 4:

약 0.15 중량 %의 팔라듐 농도를 제공하기 위해 0.05 중량 %의 폴리비닐 알콜, 15 중량 %의 2-프로판올, 1 중량 %의 에틸렌 글리콜을 함유한 수용액에서 테트라모노에탄올아민-팔라듐 아세테이트  $[\text{Pd}(\text{NH}_4\text{CH}_3\text{OH})_4(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ 를 용해시켜 얻어진 수용액(잉크) 방출이 버블 제트 시스템의 잉크-제트 장치(캐논사에서 제조된 버블 제트 프린터 헤드 BC-01을 사용함)에 의해 전극(2, 3) 사이의 기판 표면에 4회 공급되어 전극(2 및 3) 상에 연장된다. 이러한 기판은 소자 전극 상에 연장되는 전도성 박막(94)을 형성하도록 하소된다.

단계 5:

그 후, 정면판이 형성된다. 정면판은 내부면에 형성되어 있는 인 및 메탈 백을 함유한 인광막을 갖는 유리 기판으로 구성된다. 안은 3가지 주요 색상의 인 사이에 흑색 홀무늬를 제공함으로써 정렬된다. 흑색 홀무늬의 재료로서 주로 흑연으로 구성된 통상 재료가 사용된다. 이들은 모두 스크린 인쇄에 의해 형성된다.

단계 6:

단계 1-4에서 형성된 기판은 배면판으로서 사용되며, 지지 프레임에 의해 정면판에 용해-밀폐된다. 배기용으로 사용되는 배기관은 미리 지지 프레임에 접착된다.

단계 7:

$10^{-7}$  Torr로 배기한 후, 각 배선  $D_{oxm}$ ,  $D_{oyn}$ 을 통해 각 소자에 전압을 인가할 수 있는 생성 유닛에 의해 모든 라인에 통전화 포밍이 수행된다. 통전화 포밍 처리의 조건은 예 7에서와 같다.

단계 8:

$10^{-7}$  Torr로 배기한 후, 배기관을 통해 아세톤이  $10^{-4}$  Torr로 도입되고, 예 7에서 사용된 것과 동일한 펄스 전압이 라인 순차 스캔에 의해 각 소자에 인가되는 방식으로 각 배선  $D_{oxm}$ ,  $D_{oyn}$ 을 통해 각 소자에 전압을 인가할 수 있는 생성 유닛에 의해 전압이 인가되어, 활성화 단계와 접촉한다. 활성화 단계는 25 분 동안 각 라인에 전압이 인가될 때 각 라인 내의 소자 전류가 대략 3 mA에 달할 때 종료된다.

단계 9:

배기관을 통해 배기가 완전히 수행된 후, 250 °C에서 3 시간 동안 전체 콘테이너를 가열하면서 배기가 수행된다. 마지막으로, 게터가 플래시되고 배기관이 밀폐된다.

도 11을 참조하여, 이와 같이 생성된 단순 매트릭스 배열의 전자 소스로 구성된 화상 형성 장치 내의 NTSC 시스템의 텔레비전 신호에 기초한 텔레비전 디스플레이용의 구동 회로의 예시적 구성을 설명하기로 한다.

도 11에서, 참조 번호 (101)은 화상 디스플레이용의 디스플레이 패널을, 참조 번호 (102)는 스캐닝 회로를, 참조 번호 (103)은 제어 회로를, 참조 번호 (104)는 시프트 레지스터를 나타낸다. 참조 번호 (105)는 라인 메모리를, 참조 번호 (106)은 동기화 신호 배분 회로를, 참조 번호 (107)은 변조 신호 발생기를,  $V_x$  및  $V_a$ 는 전압원을 나타낸다. 부수적으로, 이 예에서,  $m$  및  $n$ 은 150 및 450으로 각각 선정된다. 디스플레이 패널(101)은 단자  $D_{ox1}$  내지  $D_{oxm}$ , 단자  $D_{oy1}$  내지  $D_{oyn}$  및 고전압 단자  $H_v$ 를 통해 외부 전기 회로에 접속된다. 단자  $D_{ox1}$  내지  $D_{oxm}$ 에는 전자 소스, 즉 라인(N 소자)마다  $m$ 행 및  $N$ 열의 매트릭스로 배열된 전자 방출 소자의 그룹을 구동하기 위해 스캐닝 신호가 순차적으로 인가된다.

상술된 스캐닝 신호에 의해 선택된 한 라인 상의 각각의 전자 방출 소자의 출력 전자 빔을 제어하기 위한 변조 신호가 단자  $D_{oy1}$  내지  $D_{oyn}$ 에 인가된다. 직류원으로부터 예를 들어 10 V의 직류 전압이 고전압 단자  $H_v$ 에 인가된다. 이 전압은 형광 기판을 여기시키기 위해 충분한 에너지를 전자 방출 소자로부터 방출된 전자빔에 인가하기 위한 족전 전압이다.

스캐닝 회로(102)를 설명하겠다. 이 회로는  $m$ 개의 스위칭 소자(도면에서는 S1 내지  $S_m$ 으로 개략적으로 도시함)를 포함한다. 각각의 스위칭 소자들은 직류 전압원  $V_x$ 의 출력 전압 또는 0V 중에서 하나를 선택하고 디스플레이 패널(101)의 단자  $D_{ox1}$  내지  $D_{oxm}$ 에 전기적으로 접속된다. 스위칭 소자들 S1 내지  $S_m$ 은 제어 회로(103)에 의해 출력된 제어 신호  $T_{sm}$ 에 기초하여 동작되며, 예를 들어 FET와 같은 스위칭 소자들을 서로 결합함으로써 구성될 수 있다.

이 예에서, 전자 방출 소자의 특성(전자 방출 임계 전압)에 기초하여 스캔되지 않은 소자에 인가된 구동 전압이 전자 방출 임계 전압보다 낮은 임의의 전압을 출력하도록 직류 전압원  $V_x$ 이 선정된다.

제어 회로(103)는 외부로부터 입력된 화상 신호에 기초하여 적절하게 디스플레이할 수 있도록 개별 부품의 동작을 정렬하는 기능을 갖는다. 제어 회로(103)는 동기화 신호 배분 회로로부터 전송된 동기화 신호  $T_{sm}$ 에 기초하여 개별 부품에 각각의 제어 신호  $T_{sm}$ ,  $T_{sm}$  및  $T_{sm}$ 를 발생한다.

동기화 신호 배분 회로(106)는 외부로부터 입력된 NTSC 시스템의 텔레비전 신호를 동기화 신호 성분 및 휘도 신호 성분으로 배분하기 위한 회로이며 일반적인 주파수 분할(필터링) 회로를 사용하여 구성될 수 있다. 동기화 신호 배분 회로(106)에 의해 배분된 동기화 신호는 수직 동기 신호 및 수평 동기 신호로 구성된다. 그러나, 이 예에서는 설명의 편의를 위해  $T_{sm}$  신호로서 도시되어 있다. 텔레비전 신호로부터 배분된 화상에 대한 휘도 신호 성분은 설명의 편의를 위해 DATA 신호로 도시되어 있다. DATA 신호는 시프트 레지스터(104)에 입력된다.

시프트 레지스터(104)는 화상의 모든 라인을 시간순으로 직렬로 입력된 DATA 신호를 직렬/병렬 변환하도록 작용하며, 제어 회로(103)로부터 전송된 제어 신호  $T_{sm}$ 에 기초하여 동작한다(즉, 제어 신호  $T_{sm}$ 은 시프트 레지스터(104)용의 시프트 클럭이라고 말할 수도 있다). 화상의 라인에 대해 직렬/병렬 변환된 데이터(N개의 전자 방출 소자들의 구동 데이터에 대응함)가 시프트 레지스터(104)로부터  $N$ 개의 병렬 신호  $I_{d1}$  내지  $I_{dn}$ 로서 출력된다.

라인 메모리(105)는 필요한 추가 동안만 화상의 라인에 대한 데이터를 저장하기 위한 저장 디바이스이며, 제어 회로(103)로부터 전송된 제어 신호  $T_{sm}$ 에 따라  $I_{d1}$  내지  $I_{dn}$ 의 내용을 적절히 저장한다. 저장된 내용은  $I_{d1}$  내지  $I_{dn}$ 으로 출력되며, 변조 신호 발생기(107)에 입력된다. 변조 신호 발생기(107)는 화상 데이터  $I_{d1}$  내지  $I_{dn}$ 에 따라 각각의 전자 방출 소자를 적절하게 구동하고 변조하기 위한 신호원이다. 출력 신호는 단자  $D_{oy1}$  내지  $D_{oyn}$ 을 통해 디스플레이 패널(101) 내의 전자 방출 소자에 인가된다.

이 장치에서, 펄스 폭 변조 시스템에 의해 변조가 행해진다. 펄스 폭 변조 시스템이 실행되면, 입력된 데이터에 따라 전압 펄스의 폭을 적절히 변조하도록 임의의 피크값의 전압 펄스가 발생하는 펄스 폭 변조 시스템의 회로가 변조 신호 발생기(107)로서 사용될 수도 있다.

화상 신호의 직/병렬 변환 및 저장은 선정된 속도로 실행할 수 있으면 족하기 때문에 시프트 레지스터(104) 및 라인 메모리(105)로서는 디지털 신호형이나 아날로그 신호형이 이용될 수 있다.

전자 방출은 구동 회로로 전압을 외부 단자  $D_{ox1}$  내지  $D_{oxm}$  및  $D_{oy1}$  내지  $D_{oyn}$ 을 통해서 표시 패널 내의 각 전자 방출 소자에 인가함으로써 발생된다.

고전압 단자  $H_v$ 를 통해서 금속 벽(65)에 고전압을 인가하여 전자 빔을 가속시킨다. 가속된 전자들은 인광막(phosphor film)에 충돌하여 광이 광출발으로써 화상이 형성된다.

앞서 설명된 공정을 이용하면 휘도 불균일을 거의 발생시키지 않는 갭판 화상 형성 장치를 양호한 재생성으로 제조할 수 있다.

#### 예 16

이 예에서, 화상 형성 장치는 예 15의 단계 3에서의 소수성-부여 처리(hydrophobicity-imparting treatment)가 트리메틸에톡시실란 대신에 트리메틸 크로로실란으로 실행되었다는 것을 제외하고는 예 15에서와 동일한 식으로 제조되었다. 이 예에 따르면, 휘도 불균일을 거의 발생시키지 않는 갭판 화상-형성 장치를 또한 양호한 재생성으로 제조할 수 있다.

#### 예 17

이 예에 따른 화상-형성 장치는 도22에 도시된 전자 소스를 이용하는 도9에 도시된 화상-형성 장치와 동일하며 다음의 공정에 따라서 제조된다.

##### 단계 1:

소자 전극(92 및 93)은 세정된 소다 석회 유리 기판(1) 상에 0.1  $\mu\text{m}$  두께의 티타늄 산화막을 스퍼터링함으로써 형성된 기판(91)상에 오프셋 인쇄로 형성되었다. 소자 전극들 간의 간극 L과 각 소자 전극의 폭 W는 각각 20 $\mu\text{m}$  및 125 $\mu\text{m}$ 로 미리 설정하였다.

##### 단계 2:

로우-방향 배선(99), 중간 절연막(97) 및 칼럼-방향 배선(98)은 스크린 인쇄하여 형성하였다.

##### 단계 3:

칼럼 및 로우-방향 배선 및 소자 전극들이 형성되어 있는 기판은 정화된 물로 세정한 다음 건조하였다.

##### 단계 4:

이렇게 처리된 기판을 할로겐 램프로부터의 자외선에 5분 동안 노출시킨 후에, 적절한 양의 유기 금속-함유 수용액 방울을 코너에 있는 접촉 각도-모니터링 부분의 기판에 공급하여 이 수용액 방울과 기판과의 접촉 각도를 접촉 각도계로 측정하였다.

##### 단계 5:

단계 4에서 준비된 기판을 챔버 내에 넣은 후, 이 챔버를 대기압 하에서 질소로 정화시킨 다음 예 11에서와 동일한 식으로 가스로 충전시키고 이 기판을 챔버 내에 세워 놓았다. 접촉 각도는 기판이 단계 6에서 처리되기 바로 전에 측정되었다. 측정된 접촉 각도가 45° 보다 크거나 또는 30° 보다 작은 경우는 기판을 단계 4로 되돌려서 다시 단계 4의 처리를 실시하고 부가적으로 단계 5를 실시하였다.

##### 단계 6:

유기 pd 화합물인 수용액(잉크)(pd 0.15 중량%, IPA 15 중량%, 에틸렌 글리콜 1 중량%, 및 폴리비닐 알코올 0.05 중량%)를 함유하는 수용액의 방울들은 형성된 소자 전극 상에 및 소자 전극들 사이에 피에조-제트 시스템이라 불리고 있는 잉크-제트 방식으로 서로 중첩하도록 3회 공급하였다. 이 기판을 하소(calcine)하여 소자 전극 위로 연장되는 전도성 박막을 형성하였다. 저항이 소망의 저항 범위 내에 있는 것으로 확인한 후에, 화상-형성 장치를 제조하기 위하여 단계 5 내지 9를 실시하였다.

전자 방출은 예 15에서 사용된 구동 회로를 이용해서 외부 단자 Dox1 내지 Doxm 및 Doy1 내지 Doym을 통해서 표시 패널 내의 각 전자 방출 소자에 전압을 인가함으로써 발생된다.

전자 빔을 가속시키기 위하여 고전압을 고전압 단자 Hv를 통해서 금속 백(65)에 인가한다. 가속된 전자-는 인광 막(64)에 충돌하여 광을 방출하며 이에 의해서 화상이 형성된다.

이러한 공정을 이용하면 휘도 불균일을 거의 발생시키지 않는 갭판 화상-형성 장치를 양호한 재생성으로 제조할 수 있다.

#### 예 20:

이 예에 따른 화상-형성 장치는 도22에 도시된 전자 소스를 이용하는 도9에 도시된 이미지-형성 장치와 동일하며 다음의 공정을 따라서 제조된다.

##### 단계 1:

소자 전극(92 및 93)은 0.1  $\mu\text{m}$  두께의 티타늄 산화막이 스퍼터링에 의해서 형성되어 있는 세정된 소다 석회 유리 기판(1)에 오프셋 인쇄에 의해서 형성되었다. 소자 전극들 간의 간극 L 및 각 소자 전극의 폭 W는 각각 20 $\mu\text{m}$  및 125 $\mu\text{m}$ 로 미리 설정하였다.

##### 단계 2:

로우 배선(99)은 스크린 인쇄로 형성하였다. 1.0  $\mu\text{m}$  두께의 중간 절연막(97)은 스크린 인쇄하여 형성하였다. 또한 칼럼 배선(98)도 인쇄하였다.

##### 단계 3:

칼럼 및 로우-방향 배선 및 소자 전극들이 형성되어 있는 기판은 정화된 물로 세정한 후 건조하였다.

##### 단계 4:

이렇게 처리된 기판을 할로겐 램프로부터의 자외선에 5분 동안 노출시킨 후에, 적절한 양의 유기 금속-함유 수용액 방울을 코너에 있는 접촉 각도-모니터링 부분의 기판에 공급하여 이 수용액 방울과 기판과의

접촉 각도를 접촉 각도계로 측정하였다.

#### 단계 5:

단계 4에서 준비된 기판을 건조제로서 실리카 젤을 함유하고 있는 건조기에 3일 동안 세워 두었다. 접촉 각도는 기판이 단계 6에서 처리되기 바로 전에 측정되었다. 측정된 접촉 각도가 45° 보다 크거나 또는 30° 보다 작은 경우는 기판을 단계 4로 되돌려서 다시 단계 4의 처리를 실시하였다.

#### 단계 6:

테트라모노에탄올아민-팔라듐 아세테이트 함유 수용액(pd 0.15 중량%, 이소프로필 알코올 15 중량%, 에틸렌 글리콜 0.8 중량%, 및 폴리비닐 알코올 0.05 중량%)를 함유하는 수용액의 방울들은 형성된 소자 전극 및 소자 전극들 사이에 피에조-제트 시스템이라 불리고 있는 잉크-제트 방식으로 서로 중첩되도록 5회 공급하였다. 이 기판을 하소(calcine)하여 소자 전극 위로 연장되는 전도성 박막을 형성하였다. 각 소자 내의 전극간의 저항을 측정하였다. 저항이 소망의 저항 범위 내에 있는 것으로 확인한 후에, 화상-형성 장치를 제조하기 위하여 단계 5 내지 9를 실시하였다.

전자 방출은 예 15에서 사용된 구동 회로를 이용해서 외부 단자 D0x1 내지 D0xm 및 D0y1 내지 D0yn을 통해서 표시 패널 내의 각 전자 방출 소자에 전압을 인가함으로써 발생된다.

전자 빔을 가속시키기 위하여 고전압을 고전압 단자 Hv를 통해서 금속 백(65)에 인가한다. 가속된 전자는 인광 막(64)에 충돌하여 광을 방출하며 이에 의해서 화상이 형성된다.

이러한 공정을 이용하면 휘도 불균일을 거의 발생시키지 않는 값싼 화상-형성 장치를 양호한 재생성으로 제조할 수 있다.

예 19 및 20에 따르면, 수율이 더욱 향상된다.

본 발명을 양호한 실시예를 들어서 설명하였을 지라도 본 발명이 이러한 양호한 실시예에 한정되는 것이 아니라는 것은 이해되어야 한다. 그러므로, 본 발명은 첨부된 특허 청구 범위의 사상 및 범위 내에 포함되는 다양한 수정 및 동등한 구성을 포함하는 것으로 간주되어야 한다. 다음의 특허 청구 범위는 그러한 모든 수정 및 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓게 해석되어야 한다.

#### 발명의 효과

본 발명에 따르면 휘도 불균일을 거의 발생시키지 않는 값싼 화상-형성 장치를 양호한 재생성으로 제조할 수 있다.

#### (5) 청구의 범위

##### 청구항 1

인쇄 기판 제조 공정에 있어서,

기판에 형성될 소망의 컴포넌트용 재료를 포함하는 액체 방울을 상기 기판의 표면에 공급해서 기판에 컴포넌트를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 공정은 액체 방울을 기판 표면에 공급하는 상기 단계 전에 상기 기판 표면과 공급된 액체 방울과의 접촉 각이 20° 내지 50° 의 범위가 되도록 상기 기판을 표면 처리하는 단계를 포함하는 인쇄 기판 제조 공정.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판은 상기 기판과는 재료가 다른 컴포넌트가 제공되어 있는 기판이고, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계는 상기 기판 표면 및 다른 재료로 형성된 상기 컴포넌트 표면과 공급된 액체 방울과의 접촉 각이 20° 내지 50° 범위가 되도록 상기 기판의 표면과 다른 재료로 형성된 상기 컴포넌트를 표면 처리하는 단계인 인쇄 기판 제조 공정.

##### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 기판의 표면과 다른 재료로 형성된 상기 컴포넌트 표면간의 상기 액체 방울과의 접촉 각도 차는 30° 이내인 인쇄 기판 제조 공정.

##### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계 전에 상기 기판의 표면을 클리닝하는 단계를 포함하는 인쇄 기판 제조 공정.

##### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계 전에 상기 기판의 표면을 광에 노출시키는 단계를 포함하는 인쇄 기판 제조 공정.

##### 청구항 6

제2항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계 전에 상기 기판의 표면과 다른 재료로 형성된 상기 컴포넌트 표면을 클리닝하는 단계를 포함하는 인쇄 기판 제조 공정.

##### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계는 상기 기판의 표면을 유기 물질을 포함하는 환경

에 노출시키는 단계를 포함하는 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 8

제2항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계는 상기 기판의 표면과 다른 물질로 형성된 상기 컴포넌트 표면을 유기 물질에 노출시키는 단계를 포함하는 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 9

제1 또는 제2항에 있어서, 액체 방울을 상기 기판 표면에 공급하는 상기 단계는 액체 방울을 상기 기판 표면의 복수의 위치에 공급하는 단계인 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 10

제1 또는 제2항에 있어서, 상기 액체의 표면 장력은 30 dyn/cm 내지 50 dyn/cm 범위에 속하는 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 11

제1 또는 제2항에 있어서, 액체 방울을 상기 기판 표면에 공급하는 상기 단계는 액체 방울을 상기 기판 표면에 잉크-제트 시스템으로 공급하는 단계인 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 잉크-제트 시스템은 열 에너지를 잉크에 제공함으로써 잉크가 분사되는 시스템인 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 13

제11항에 있어서, 상기 잉크-제트 시스템은 기계적인 에너지를 잉크에 제공해서 잉크가 분사되는 시스템인 인쇄 기판 제조 공정.

#### 청구항 14

전극들 사이에 전자 방출부를 갖고 있는 전도성 박막을 포함하는 전자 방출 소자를 제조하는 공정에 있어서,

상기 전자 방출부가 형성되어 있는 전도성 박막을 형성하는 단계는 상기 전도성 박막용 재료를 포함하는 액체 방울을 한 쌍의 전극이 형성되어 있는 기판에 상기 전극들 위로 공급하는 단계, 및 액체 방울을 공급하는 상기 단계 전에 상기 액체 방울과 상기 기판 표면의 접촉 각도가 20° 내지 50° 범위에 속하도록 상기 기판을 표면 처리하는 단계를 포함하는 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계는 상기 기판의 표면 및 상기 전극과 상기 액체 방울과의 접촉 각도가 20° 내지 50° 범위 내에 속하도록 상기 기판 표면과 상기 전극 표면을 표면 처리하는 단계인 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 기판 표면과 상기 전극 표면간의 상기 액체 방울과의 접촉 각도 차는 30° 이내인 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 17

제14항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계 전에 상기 기판 표면을 빛에 노출시키는 단계를 포함하는 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 18

제14항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계 전에 상기 기판 표면을 플리닝하는 단계를 포함하는 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 19

제15항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계 전에 상기 기판 표면 및 상기 전극 표면을 플리닝하는 단계를 포함하는 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 20

제14항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계는 상기 기판 표면을 유기 물질에 노출시키는 단계를 포함하는 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 21

제15항에 있어서, 상기 기판을 표면 처리하는 상기 단계는 상기 기판 표면 및 상기 전극 표면을 유기 물질을 함유하는 환경에 노출시키는 단계를 포함하는 전자 방출 소자 제조 공정.

#### 청구항 22

제14항에 있어서, 상기 액체의 표면 장력은 30 dyn/cm 내지 50 dyn/cm 범위 내에 속하는 전자 방출 소자

제조 공정.

**청구항 23**

제14항에 있어서, 상기 액체 방울을 상기 기판 표면에 공급하는 상기 단계는 잉크-제트 시스템으로 상기 액체 방울을 상기 기판 표면에 공급하는 단계인 전자 방출 소자 제조 공정.

**청구항 24**

제23항에 있어서, 상기 잉크-제트 시스템은 잉크에 열 에너지를 제공하여 잉크를 분사하는 시스템인 전자 방출 소자 제조 공정.

**청구항 25**

제23항에 있어서, 상기 잉크-제트 시스템은 기계적 에너지를 잉크에 제공해서 잉크를 분사하는 시스템인 전자 방출 소자 제조 공정.

**청구항 26**

제14항에 있어서, 상기 전자 방출 소자는 표면 전도형 전자 방출 소자인 전자 방출 소자 제조 공정.

**청구항 27**

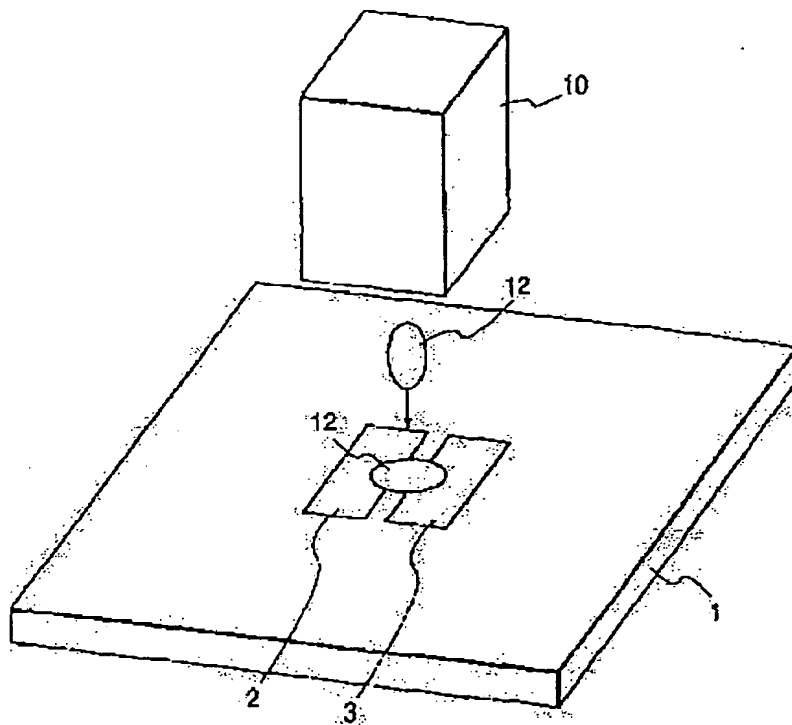
전극들 사이에 전자 방출부를 갖고 있는 전도성 박막을 각각이 포함하는 복수의 전자 방출 소자가 기판에 형성되어 있는 전자 소스를 제조하는 공정에서, 상기 전자 방출 소자들 각각은 제14 내지 26항 중 어느 한 항에 따른 공정에 의해 제조되는 전자 소스 제조 공정.

**청구항 28**

전극들 사이에 전자 방출부를 갖고 있는 전도성 박막을 각각이 포함하는 복수의 전자 방출 소자가 기판에 형성되어 있는 전자 소스와, 상기 전자 소스로부터 방사된 전자들에 의해 화상을 형성할 수 있는 화상-형성 부재를 포함하는 화상-형성 장치 제조 공정에서, 상기 전자 방출 소자 각각은 제14 내지 26항 중 어느 한 항에 따른 공정에 의해서 제조되는 화상-형성 장치 제조 공정.

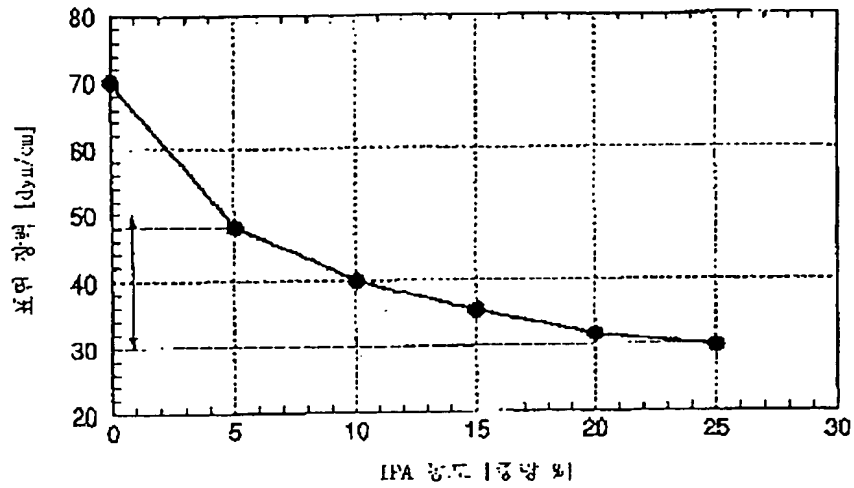
도면

도면1

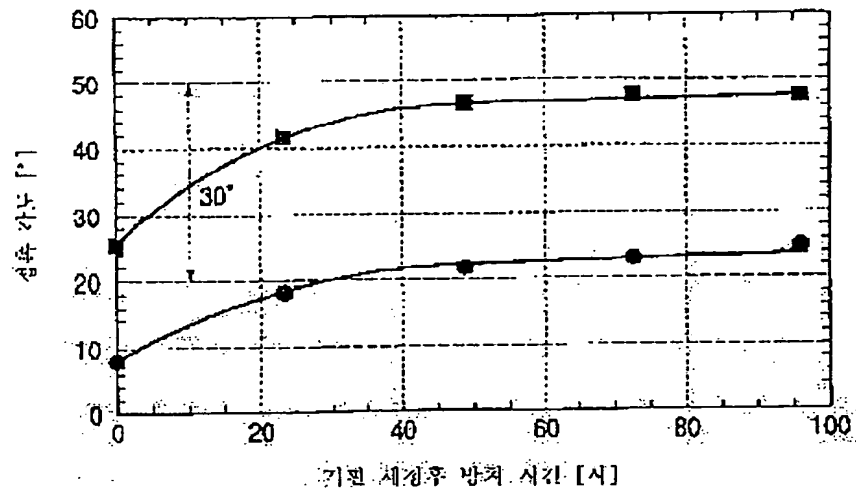




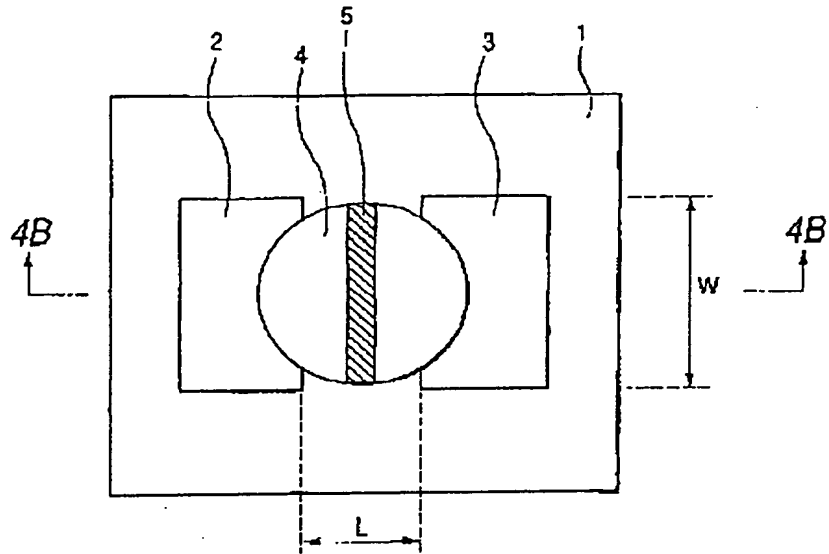
도면2



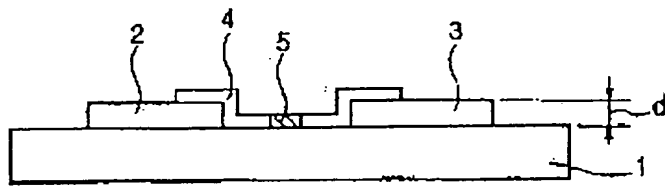
도면3



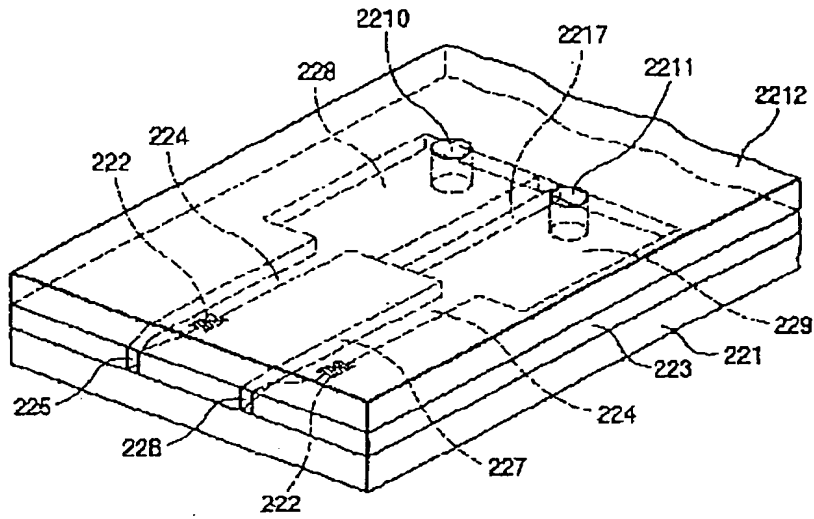
도 14a



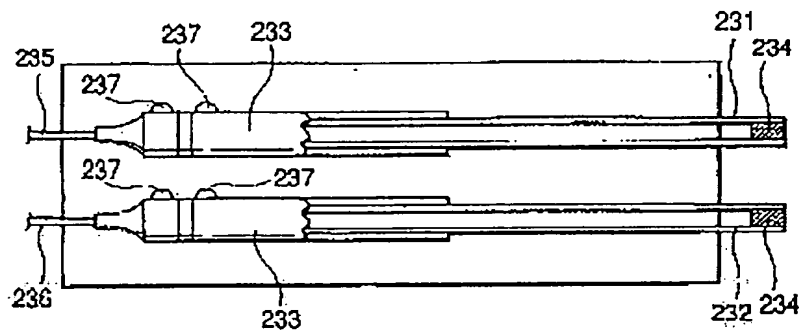
도 14b



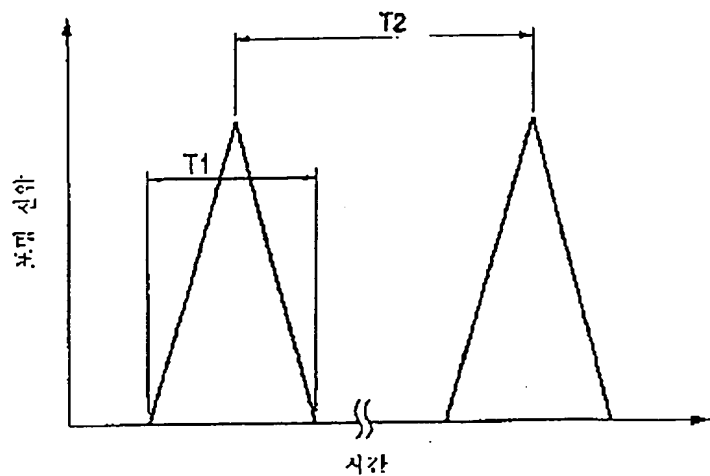
도 5



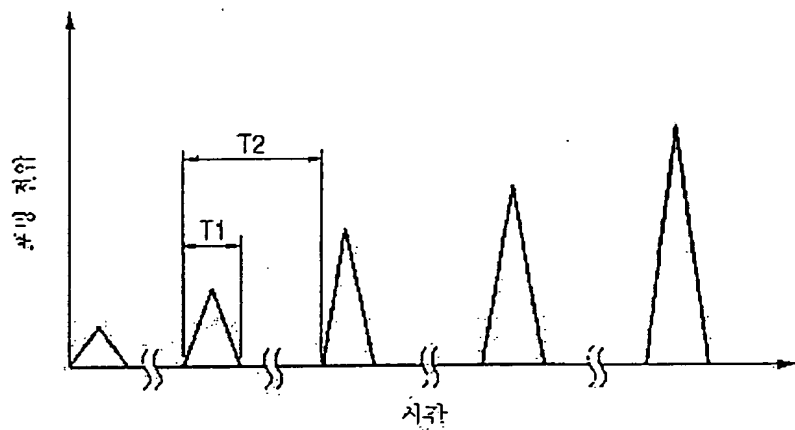
도 6



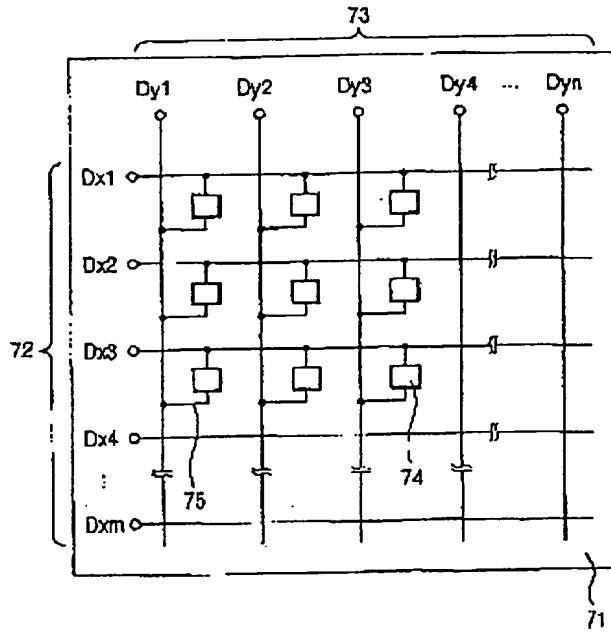
도면7a



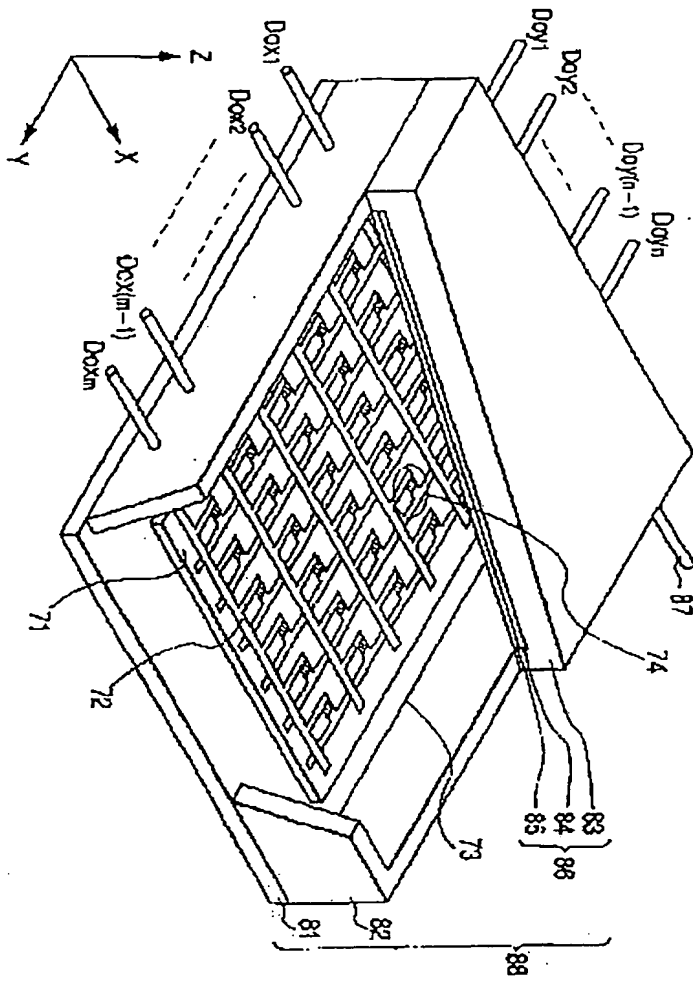
도면7b



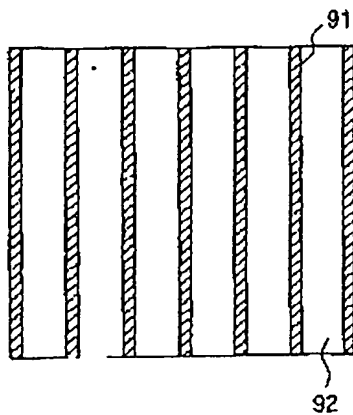
도 8



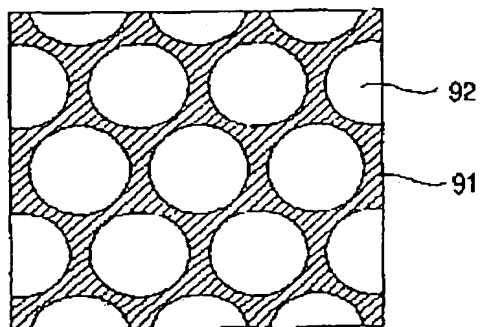
도 35



도 10a



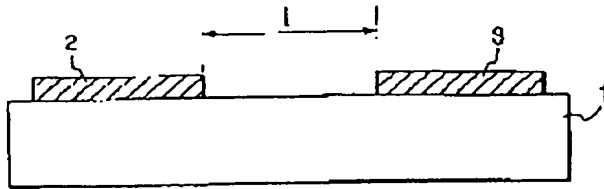
도 10b



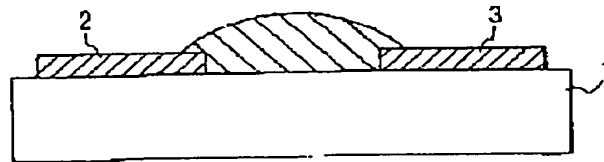




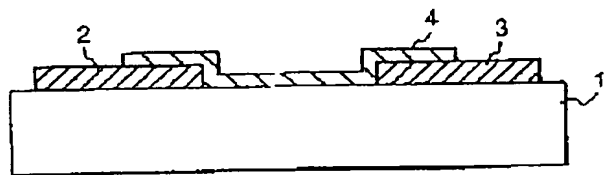
도면 13a



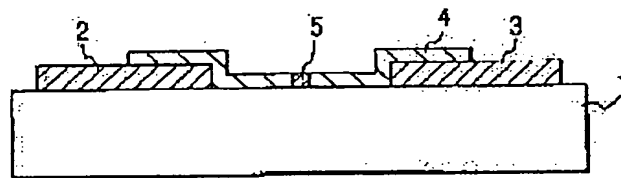
도면 13b



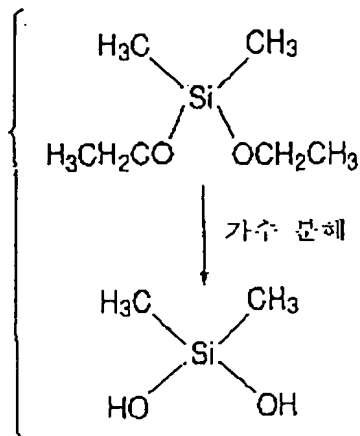
도면 13c



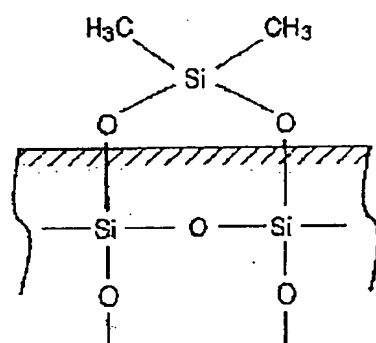
도면 13d



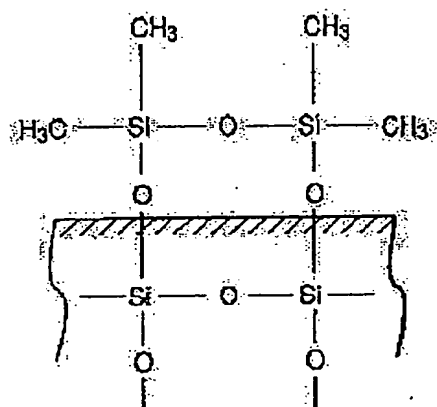
도면 14



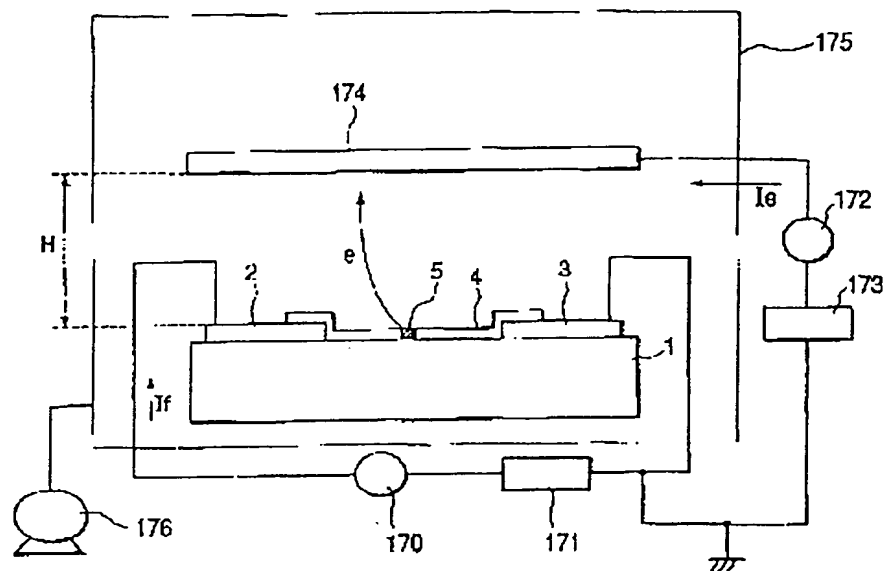
도면 15a



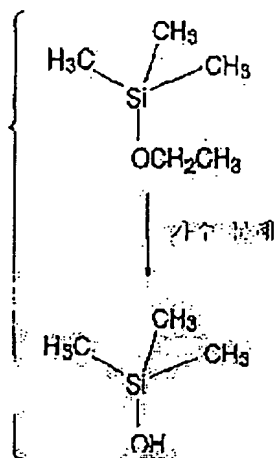
도면 15b



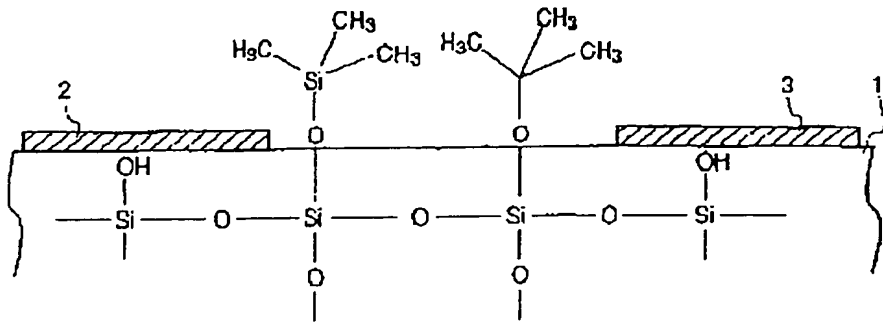
도면 18



도면 17



도면 18



도면 19

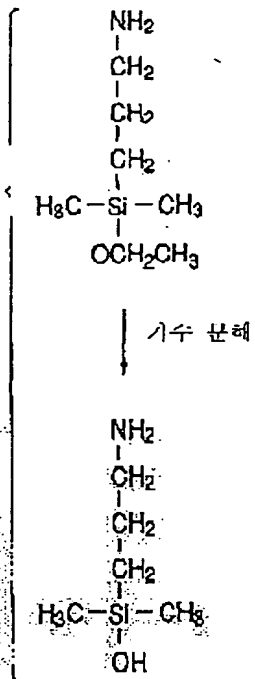


図20

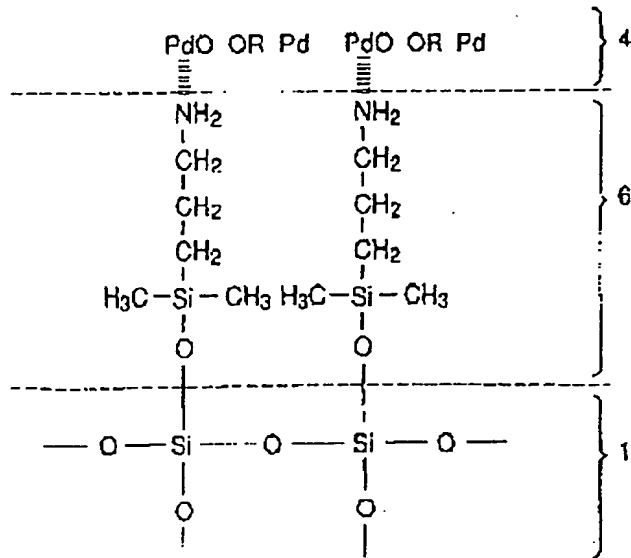
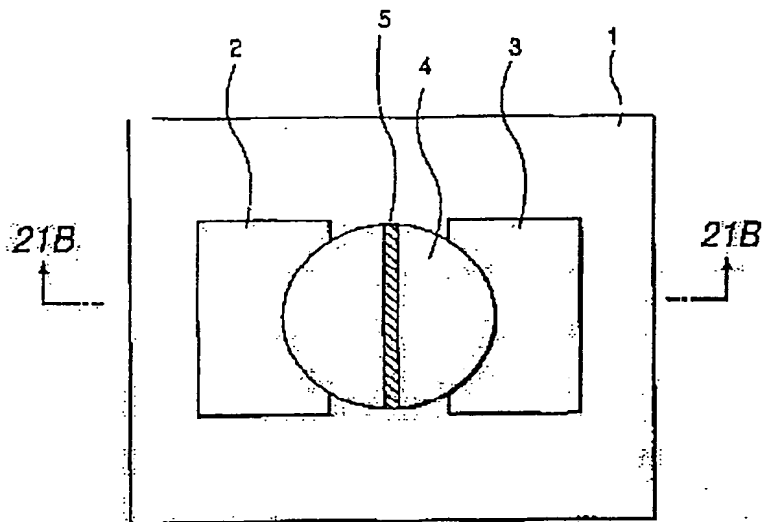
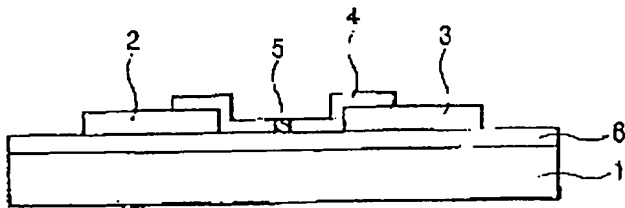


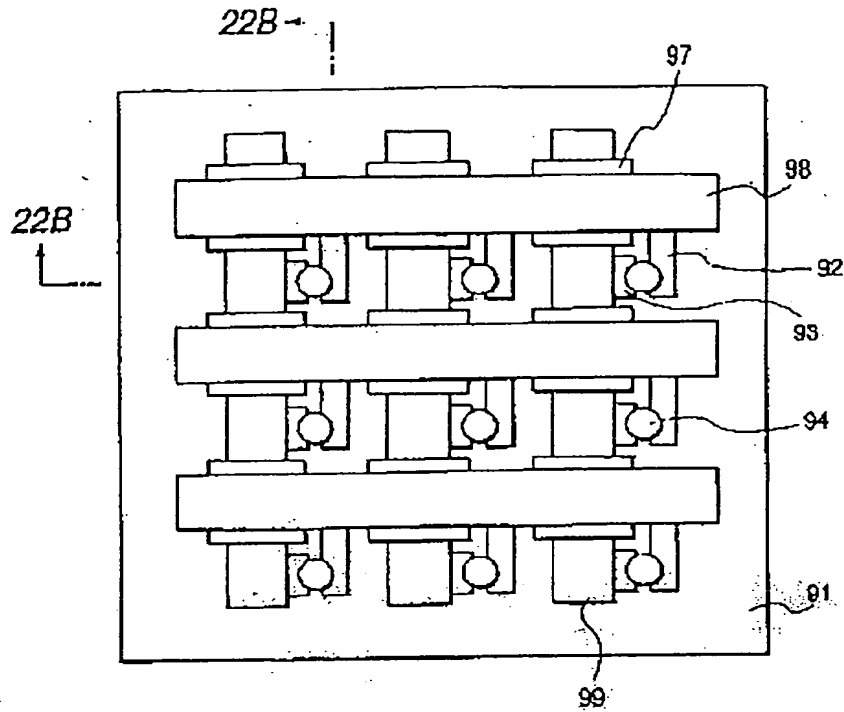
図21a



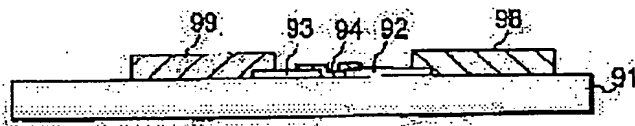
도 21b



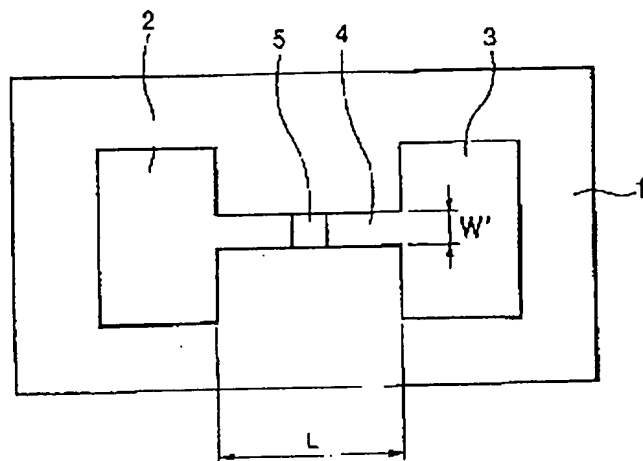
도 22a



도 22b



도 23



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**